



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

EMMA EEROLA  
KOKOONPANON TUOTTAVUUDEN EDELLYTysten  
KEHITTÄMINEN

Diplomityö

Tarkastaja: professori Kari T. Koskinen  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Teknisten tieteiden tiedekuntaneuvoston  
kokouksessa 12. elokuuta 2015

## TIIVISTELMÄ

**EMMA EEROLA:** Kokoonpanon tuottavuuden edellytysten kehittäminen

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 100 sivua, 6 liitesivua

Syyskuu 2015

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotantotekniikka

Tarkastaja: professori Kari T. Koskinen

Avainsanat: tuotannon kehittäminen, lean, tuottavuus

Diplomityössä tutkittiin puutuotetotalaa globaalisti palvelevan teknologia- ja palveluyrityksen kokoonpanon tuottavuuden edellytyksiä ja niitä heikentäviä tekijöitä. Kohdeyritys on joutunut kohtaamaan globalisaation mukanaan tuomat haasteet, kun muutokset liiketoimintaympäristössä ovat tapahtuneet nopeammin, kuin kohdeyrityksen toiminnan kehitys on siihen pystynyt vastaamaan. Kohdeyrityksen strategisena päämääränä onkin tulevien vuosien aikana parantaa kannattavuutta kehittämällä toimintojen tuottavuutta, mihin liittyen tämä diplomityö tehtiin. Tutkimuksen päätavoitteena on kokoonpanon tuottavuuden edellytysten kehittäminen selvittämällä tuottavuuden edellytyksiä heikentäviä tekijöitä ja etsimällä kehitysratkaisuja niihin. Kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttaa merkittävästi kokoonpanoa edeltävät prosessit. Näin ollen tutkittiin kokoonpanoa edeltävien toimintojen, eli suunnittelun, hankinnan, alihankinnan, tuotannon ja varastotoiminnan, haasteita sekä niihin liittyviä henkilöstötekijöitä kirjallisuustutkimuksen, havainnoinnin, laite seurannan, haastatteluiden, tilastojen ja kyselyiden avulla.

Kokoonpanossa muiden prosessien haasteet näkyvät enimmäkseen puutteina sekä osien, komponenttien ja rakenteiden yhteensopimattomuutena. Haasteiden juurisyitä tutkittiin lean-menetelmin kalanruotokaavion ja 5 kertaa miksi –tekniikan avulla. Tärkeimpien juurisyiden todettiin olevan tuotteiden standardimattomuus, kokoonpanon standardityöjärjestyksen puuttuminen ja funktionaalinen, työntöohjattu tuotantojärjestelmä. Tuotteiden ja kokoonpanon työjärjestyksen standardimattomuus lisää poikkeamien ja virheiden määrää, mikä heikentää kokoonpanon tuottavuutta. Funktionaalisesta työntöohjatussa tuotantojärjestelmästä johtuen tuotanto ei pääse virtaamaan, mikä vaikuttaa koko tilaus-toimitusketjuun. Kehitysehdotukset suunniteltiin lean-filosofian pohjalta ja ne painottuivat vaihtelun vähentämiseen, toimintojen selkeyttämiseen ja tuotannon ja toimintojen virtaamisen parantamiseen. Tärkeimmät toimenpiteet ovat standardityöjärjestyksen muodostaminen kokoonpanoon, tuotannon virtauttaminen lean-tuotantotapaa soveltaen sekä tuotteiden vakiointi. Näiden kehitysehdotusten kautta voidaan poistaa hukkaa prosesseista ja parantaa siten kokoonpanon tuottavuutta.

## ABSTRACT

**EMMA EEROLA:** Development of Productivity Prerequisites in Assembly Process

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 100 pages, 6 Appendix pages

September 2015

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

Major: Production Engineering

Examiner: Professor Kari T. Koskinen

**Keywords:** production development, lean, productivity

This thesis was done to a technology company serving worldwide the wood products industry. The thesis examines productivity prerequisites in assembly process and focused on factors which have negative impact on productivity. The target company has faced the challenges of globalization as changes in business environment have occurred more quickly than the target company has developed its operations to adjust to them. Therefore the target company's strategic goal for near future is to improve profitability by developing operations productivity, which is context of this thesis. The main goal is to develop the productivity prerequisites in assembly process by searching solutions to the challenges, which reduce productivity in assembly process. Processes before assembly affect significantly on productivity in assembly process. Hence study focused on challenges in engineering, procurement, subcontracting, production and warehouse activities as well as personnel factors. The research methods used were literature research, observation, interviews, statistics and surveys.

In assembly process challenges of other processes appear mostly as deficiencies or incompatibilities of parts, components and structures. The root causes of the challenges were examined using lean methods as Ishikawa diagram and 5 whys technique. The main root causes found to be non-standardized products, unstandardized work and push production with functional layout. Non-standardization increases the number of deviations and errors, which reduces the productivity of assembly process. Due the functionally organized push-controlled production system production does not flow, which affect negatively the entire supply chain. Development proposals were designed based on lean manufacturing principles. Proposals are focused on the reduction of variation, streamlining the operations and creating flow. The most important actions will be establishing standardized work in assembly process, applying lean manufacturing methods to production and standardization of products. Through these development proposals waste can be removed from processes and thus improve the productivity of the assembly.

## ALKUSANAT

Diplomityön tekeminen tuntui pitkältä ja toisinaan mahdottomalta projektilta, mutta näin työn valmistumisen jälkeen tarkasteltuna puoli vuotta sujui yllättävän kevyesti. Iso kiitos tämän projektin helpottamisesta kuuluu tehtaan työntekijöille, joilta sain valtavan apua työn tekemiseen. Työ oli erinomainen tilaisuus päästä haastamaan ja toteuttamaan itseään. Tämän mahdollisuuden tarjoamisesta haluan kiittää yrityksen operaatioista vastaavaa johtajaa Petri Strengelliä. Kiitos myös ohjaajalleni tutkija Hasse Nylundille ja professori Kari T. Koskiselle hyvistä neuvoista.

Lopuksi haluan kiittää vanhempiani, joiden jalanjäljissä päädyin tätä diplomityötä tekemään. Opetitte ennakkoluulottoman ja eteenpäinpyrkivän elämänasenteen, mistä oli suuresti hyötyä tätä työtä tehdessä. Erityiskiitos vielä Nikolle pitkämielisyydestä sekä tämän työn aikana että muutenkin elämässä.

Tampere, 20.8.2015

Emma Eerola

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Työn tavoitteet ja rajausta .....	1
1.2	Työn rakenne ja tutkimusmenetelmät .....	2
2.	KOKOONPANON TUOTTAVUUS JA SEN KEHITTÄMINEN .....	3
2.1	Tuotannon ominaispiirteet.....	3
2.1.1	Tuotantojärjestelmät ja tuotannon ohjaus .....	4
2.1.2	Tuotantoketju .....	7
2.2	Tuottavuus ja kokoonpanon tuottavuuden edellytykset .....	8
2.3	Hankintatoimi.....	12
2.3.1	Alihankinta ja sen edellytykset .....	13
2.3.2	Toimittajasuhteiden kehittäminen.....	14
2.4	Varastotoiminta .....	18
2.5	Näkökulmana lean.....	19
2.5.1	Filosofia lean-tuotannon taustalla .....	20
2.5.2	Lean-toimintatapa ja työkalut .....	21
2.5.3	Lean-suunnittelu.....	24
2.6	Henkilöstölähtöinen tuottavuuden kehitys .....	25
2.6.1	Hiljaiset signaalit.....	28
3.	KOHDEYRITYKSEN NYKYTILA .....	31
3.1	Nykytilan arvovirtakuvaus laitteiden 8123 ja 8161 valmistusprosesseille .....	35
3.2	Laitteiden 8123 ja 8161 valmistusprosessien tulevaisuudentilan kuvaus ....	42
4.	HAASTEET KOKOONPANOSSA .....	47
4.1	Suunnittelun haasteiden vaikutus kokoonpanoon .....	48
4.2	Kohdeyrityksen tuotantojärjestelmän vaikutus kokoonpanoon .....	51
4.3	Hankinnan ja alihankinnan haasteet kokoonpanon näkökulmasta.....	54
4.4	Varastotoiminnan kokoonpanoon heijastuvat haasteet .....	57
4.5	Laatu- ja kehitysyksikön merkitys kokoonpanon tuottavuudelle.....	59
4.6	Henkilöstön kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttavat ominaisuudet .....	59
5.	KOKOONPANON HAASTEIDEN JUURISYYT .....	64
5.1	Suunnitteluhaasteiden juurisyiden analysointi .....	64
5.2	Juurisyys osa- ja komponenttipuutteille hankinnan näkökulmasta .....	68
5.3	Juurisyys alihankinnan toimitusvarmuus- ja laatuhaasteille.....	71
5.4	Varastotoimintaan liittyvien haasteiden juurisyysanalyysi.....	75
6.	KEHITYSEHDOTUKSET KOKOONPANON TUOTTAVUUDEN EDELLYTYSTEN KEHITTÄMISEKSI .....	79
6.1	Ydinosaamisen määrittely .....	79
6.2	Kokoonpanon standardityöjärjestys .....	80
6.3	Tuotannon virtauttaminen .....	82
6.4	Suunnittelun kehittäminen.....	86

6.5	Alihankintatoiminnan sekä ostaja-toimittajasuhteen kehittäminen.....	87
6.6	Hankinta-ajan pidentäminen ja nimikevastaavan toimenkuvan määrittäminen .....	89
6.7	Varastoinnin tehostaminen RFID-järjestelmän avulla ja toimintojen vakioiminen .....	90
6.8	Henkilöstölähtöisen tuottavuuden kehittäminen .....	91
6.9	Laatu- ja kehitysosaston muodostaminen .....	92
7.	YHTEENVETO .....	93
	LÄHTEET .....	97
	LIITE 1: HÄIRIÖT LAITTEEN 8123 KOKOONPANOSSA .....	101
	LIITE 2: HÄIRIÖT LAITTEEN 8131 KOKOONPANOSSA .....	102
	LIITE 3: HENKILÖSTÖKYSELY.....	103
	LIITE 4: HENKILÖSTÖKYSELYN VASTAUKSET .....	106

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

DFA	Design for Assembly
DFM	Design for Manufacturability
DFMA	Design for Manufacture and Assembly
KET	Keskeneräinen tuotanto
MIT	Massachusetts Institute of Technology
RFID	Radio Frequency Identification
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TMC	Toyota Motor Company
TPS	Toyota Production System
VSM	Value Stream Mapping

# 1. JOHDANTO

Diplomityön kohdeyritys on puutuotetoimialaa globaalisti palveleva teknologia- ja palveluyritys, joka valmistaa koneita ja laitteita viilu-, vaneri- ja viilupalkkiteollisuuteen. Kohdeyritys tarjoaa asiakkailleen tuotteita yksittäisistä koneista ja tuotantolinjoista tehdaslaajuisiin toimituksiin, minkä lisäksi kohdeyrityksen tarjoamiin teknologiapalveluihin kuuluvat varaosatoimitukset, kunnossapito sekä modernisoinnit. Tyypillisesti projekti on uuden tuotantolinjan toimittaminen olemassa olevaan tehtaaseen. Kohdeyritys suunnittelee ja valmistaa tärkeimmät projekteihin sisältyvät koneet itse. Puutuotteiden kysyntä kasvaa jatkuvasti, mikä lisää kilpailua puutetuotevalmistajien kesken ja siten vaatii kilpailukykyisempiä valmistusmenetelmiä. Kohdeyrityksen kannalta tämä tarkoittaa kilpailun kiristymistä samalla toimialalla toimivien yritysten välillä. Siinä pärjätäkseen on kehitettävä kilpailukykyisempiä teknologioita ja saatava tuotteet markkinoille entistä nopeammin. Haasteena alalla on kysynnän suuret vaihtelut ja vaikea ennakoitavuus.

Globalisaation mukanaan tuomat haasteet näkyvät myös kohdeyrityksessä. Uusien markkinoiden ja mahdollisuuksien avautuminen on muuttanut liiketoimintaympäristöä entistä haastavammaksi. Nykyisin laadukkaat tuotteet, nopeat toimitukset ja matalat tuotantokustannukset eivät riitä kilpailueduiksi, vaan ne ovat usein välttämättömiä edellytyksiä kilpailussa mukana pysymiselle. Lisäksi kehittyvät markkinat ovat luoneet uudenlaisen markkina-alueen ja uudenlaista kilpailua. Kun tuotteiden lisäksi halutaan vielä tarjota tuotteen elinkaareen liittyviä palveluita, on hallittavana entistä laajempi toiminta-alue. Näiden muutosten seurauksena kohdeyrityksessä kustannukset ovat nousseet tuottavuutta nopeammin, mikä on heikentänyt kannattavuutta. Kohdeyrityksen strategisena päämääränä onkin tulevien vuosien aikana parantaa kannattavuutta toimintojen tuottavuutta kehittämällä, mihin liittyen tämä diplomityö tehdään.

## 1.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Diplomityön päätavoitteena on kokoonpanon tuottavuuden edellytysten kehittäminen selvittämällä tuottavuuden edellytyksiä heikentäviä tekijöitä ja etsimällä kehitysratkaisuja niihin. Työn tuloksena on toimenpidesuunnitelma, jolla parannetaan kokoonpanon tuottavuutta eli saadaan kokoonpanovaihe toimimaan suunnitellulla tavalla ja tehdään työstä mielekkäämpää poistamalla häiriöitä aiheuttavia tekijöitä ja muita haasteita. Toimenpiteiden avulla tavoitellaan myös läpäisyajan lyhentämistä ja tuotannon toimitusvarmuuden parantamista. Tässä työssä käsitellään kokoonpanoon vaikuttavista prosesseista suunnittelu, hankinta, alihankinta, tuotanto ja varastotoiminta sekä niihin liit-



tyviä henkilöstötekijöitä. Eri osa-alueista selvitetään niiden kokoonpanoon aiheuttamat haasteet, etsitään haasteille juurisyitä ja laaditaan niiden pohjalta kehitysehdotukset. Reunaehtona on, että tuotannon pitää pystyä vastaamaan myynnin määrittämään toimitusaikaan ja budjettiin. Aihetta tarkastellaan lean-näkökulmasta.

## 1.2 Työn rakenne ja tutkimusmenetelmät

Työ koostuu kahdesta osasta: teoriaosa ja soveltava osuus. Luvussa 2 käsitellään teoriaa, jolle työ perustuu ja luvuissa 3–6 sovelletaan teoriaa käytäntöön. Teoriaosuus pohjautuu kirjallisuustutkimukselle ja keskittyy tuotannon ominaispiirteisiin, tuottavuuteen ja sen kehittämiseen lean-menetelmin. Lisäksi käsitellään henkilöstölähtöistä tuottavuuden kehittämistä. Luku 3 esittelee kohdeyrityksen nykytilan ja tavoitteet tulevaisuudelle arvovirtakuvauksen avulla. Kokoonpanon haasteet selvitetään luvussa 4 ja luvussa 5 analysoidaan haasteiden juurisyitä. Lopuksi laaditaan toimenpidesuunnitelma kokoonpanon tuottavuuden edellytysten parantamiseksi.

Tutkimusmenetelminä käytetään kirjallisuustutkimuksen lisäksi haastatteluja, havainnointia ja kyselyjä. Tietoa kerätään myös tuotannonohjausjärjestelmästä, tuotepalautejärjestelmästä ja tilastoista. Toimihenkilöiden ja työntekijöiden kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta tehdyissä havainnoissa on sovellettu lähdekritiikkiä, sillä monesti ongelmia saatetaan liioitella tai esittää tietoa asiantilasta, joka ei ole enää totuudenmukainen. Yksittäisiltä henkilöiltä saatuja kommentteja on tutkittu laajemmin ja selvitetty esimerkiksi henkilöstökyselyn avulla, onko kyseessä vain yhden henkilön ajatus vai laajempi mielipide, ja mistä mielipide on lähtöisin. Vaikka mielipiteet voivat olla kärjistettyjä, ovat ne silti hyödyllistä tietoa, sillä useimmissa tapauksissa ne pohjautuvat tosiasiain. Kommenteista on saatu lähtökohta tutkimukselle.

Haasteita selvitettiin lisäksi seuraamalla laitteen kokoonpanoa. Seuranta toteutettiin valitsemalla kohdeyrityksen tuote, jota valmistetaan useita vuodessa, ja jonka kokoonpano on haastavaa edeltävien prosessien aiheuttamista häiriöistä johtuen. Kokoonpanoa seurattiin sen alkuvaiheista koekäyttöön asti. Asentajat kirjasivat päivittäin ylös kokoonpanossa vastaan tulleet häiriöt, joita käytiin säännöllisesti läpi ja pohdittiin häiriöiden syitä ja yleisyyttä. Seurannan aikana tuli esiin myös yleisesti kokoonpanoa haastavia tekijöitä ja sen avulla saatiin hyvin materiaalia tätä työtä varten. Koska kohdeyrityksen tuotteiden kokoonpanoajat ovat hyvin pitkiä, ei työn rajallisuudesta johtuen toteutettu useampaa seurantaa. Muista laitteista ja osakokoonpanoista kerättiin tietoa enimmäkseen keskustelujen ja tuotannonohjausjärjestelmän kautta.

## 2. KOKOONPANON TUOTTAVUUS JA SEN KEHITTÄMINEN

Kokoonpano on kohdeyrityksen kaltaisissa raskaita koneita valmistavissa organisaatioissa yksi tärkeimmistä työvaiheista, sillä se valmistaa asiakkaalle lähtevän tuotteen eli tuottaa asiakkaalle näkyvän arvon. Kokoonpano on tuotantoketjun viimeinen valmistava vaihe, joten sen tuottavuus on enemmän riippuvainen sitä edeltävistä vaiheista kuin kokoonpanon ominaisuuksista. Tästä johtuen on ensin ymmärrettävä kokoonpanoa edeltävä tuotantoketju ja tuotannon ominaispiirteet, jotta voidaan arvioida kokoonpanon tuottavuuden edellytyksiä. Tässä luvussa käsitellään tuotannon ominaispiirteitä sekä tuottavuutta. Näiden pohjalta määritellään edellytykset kokoonpanon tuottavuudelle. Lisäksi käsitellään menetelmiä kokoonpanon tuottavuuden kehittämiseksi lean-näkökulman sekä henkilöstölähtöisen tuottavuuden kehittämisen kautta.

### 2.1 Tuotannon ominaispiirteet

Tuotannon tavoitteita ovat lyhyt ja varma toimitusaika, joustavuus, kustannustehokkuus sekä tuotteiden tasainen ja korkea laatutaso. Tuotannon toimitusvarmuus on riippuvainen materiaalien hankinta-ajasta, oman valmistuksen läpäisyajasta ja kuormitustilanteesta. Toimituskyky edellyttää tuotantojärjestelmältä ohjattavuutta. Joustavuudella tarkoitetaan tuotannon sopeutumista asiakasvaatimuksiin ja muuttuviin tilanteisiin siten, että taloudellisuus ja tuottavuus säilyvät. Joustava tuotanto pystyy vastaamaan muuttuvaan kysyntään eli hallitsemaan tuotelajien ja -määrien vaihtelut. Sen edellytyksenä on joustavuusreservi. Joustavuusreservillä tarkoitetaan mahdollisuutta kapasiteetin väliaikaiseen, kustannustehokkaaseen lisäämiseen tuotantomäärän kasvaessa, sekä tuotantojärjestelmän teknistä mukautumista erilaisten kappaleiden valmistukseen. Edellä kuvailun operatiivisen joustavuuden lisäksi tuotannolla on oltava myös pitkän aikavälin muuntumiskykyä eli sen on kehityttävä ajan myötä tapahtuvien muutosten kuten globalisaation mukana. (Lapinleimu 1997, s. 38–39; Lapinleimu 2000, s. 40–41.)

Lapinleimun (1997, s. 39–40; 2000, s. 70) mukaan tuotannon on kyettävä tuottamaan tasaista laatua ja laatutason tulee olla korkea. Tuotteissa laatu näkyy peruslaatuna, toteutuslaatuna sekä esteettisyytenä. Tuote on valmistettava suunnitelman mukaisesti ja viimeistellysti. Tuotteiden lisäksi toiminnankin on oltava laadukasta. Työt tehdään huolella ja kerralla valmiiksi, jolloin virheitä ei tarvitse korjata. Sisäinen asiakkuus -ajattelu edesauttaa sisäistä toimitusvarmuutta ja laadukkaita toimituksia, jotka ovat toiminnan laadun ydintä. Muita tuotannon tavoitteita ovat yrityksen imagon kehittäminen ja ylläpito sekä ympäristöystävällisyys. Yrityksen imagoon vaikuttavat sopimusten pitäminen,

tehtaan siisteys ja järjestys, tuotantokaluston taso sekä vaikutelma tuotantojärjestelmän toimivuudesta.

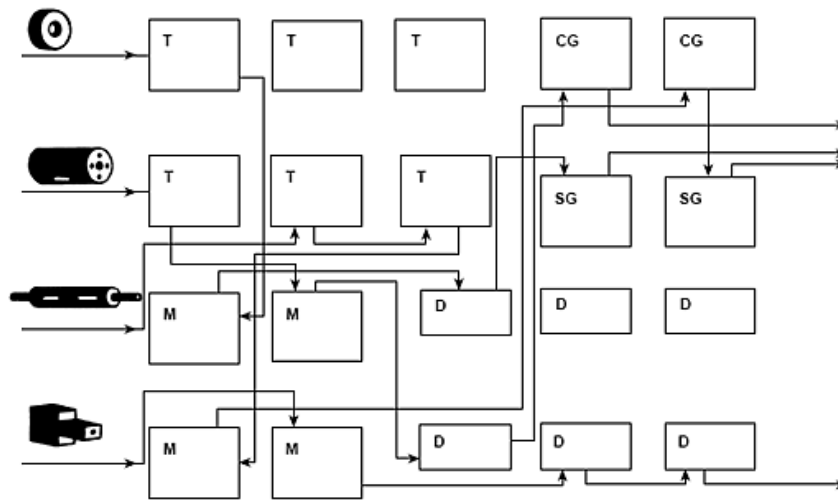
### 2.1.1 Tuotantojärjestelmät ja tuotannon ohjaus

Tehtaan valmistusvirta koostuu valmistusyksiköistä, niiden välisestä logistisesta järjestelmästä sekä tukiyksiköistä (Lapinleimu 1997, s. 79). Valmistusvirtaa voidaan ohjata joko työntö- tai imuohjauksella. Kohdeyrityksessä tuotannonohjausmenetelmänä käytetään työntöohjausta. Työntöohjaus perustuu ennalta tehtyyn valmistussuunnitelmaan, jossa on määrätty työvaiheiden ajoitus ja työjärjestys. Työt vapautetaan tuotantoon valmistussuunnitelman mukaisena aloituspäivänä, jonka jälkeen työt työnnetään valmistusvaiheelta toiselle huomioimatta seuraavan työvaiheen tilannetta (Haverila et al. 2009, s. 418–422). Työntöohjattu tuotanto on keskittynyt resurssitehokkuuteen eli se varmistaa, että resurssit ovat jatkuvasti käytössä. Tällöin maksimoidaan resurssin arvoa tuottava aika (Modig & Åhlström 2013, s. 20–21). Haverila et al. (2009, s. 422) mukaan työntöohjaus on suunnittelumenetelmänä hyvä, mutta haasteena on saada valmistus toimimaan suunnitelmien mukaisesti. Välivarastoja muodostuu työvaiheille etenkin pitkien ja monimutkaisten valmistusketjujen kohdalla, mikä lisää hallittavien töiden määrää ja hankaloittaa suunnitelmien toteutumista. Jotta työntöohjaus toimisi, olisi valmistusprosessin oltava selkeä ja helposti hallittava.

Imuohjauksessa tuotanto ohjautuu todellisen ja välittömän tarpeen mukaan. Valmistusimpulssi annetaan tuotantosuunnitelman sijaan prosessin seuraavalta vaiheelta ja impulssit etenevät valmistusketjussa alusta loppuun päin eli osat ikään kuin imetään kokoonpanoon. Imuohjaus edellyttää suhteellisen tasaista menekkiä sekä lyhyttä läpäisy-aikaa ja virheetöntä laatua. Imuohjauksen etuna on toimintavarmuus sekä helppo ohjautuvuus. Imuohjaus mahdollistaa virtaustehokkuuden eli jalostettavat kappaleet pääsevät virtaamaan tehokkaasti prosessin läpi. Tällöin keskitytään siihen, että valmistettava kappale on jatkuvasti jalostettavana sen sijaan, että resurssi oli jatkuvasti käytössä, mikä lyhentää valmistuksen läpäisy-aikaa ja vähentää keskeneräisen tuotannon määrää. (Haverila et al. 2009, s. 422; Modig & Åhlström 2013, s. 20–21.)

Tuotantojärjestelmä kuvaa, kuinka valmistusyksiköt on sijoitettu toisiinsa nähden ja miten logistiikka on hoidettu niiden välillä. Funktionaalisessa tuotantojärjestelmässä, joka on käytössä kohdeyrityksessä, resurssit on organisoitu valmistusmenetelmän mukaan ryhmiksi, kuten hitsaamo tai sorvaamo, ja tuotteita ohjataan näiden valmistusryhmien välillä. Kuvassa 1 on havainnollistettu tuotannon etenemistä funktionaalisessa tuotantojärjestelmässä. Funktionaalisen tuotantotavan etuja ovat suuri tuotejoustavuus, resurssitehokkuus sekä usein korkea osaamistaso ammattitaidon resurssiryhmiin keskittymisen seurauksena. Tuotteita ohjataan valmistusryhmien välillä työntöohjauksella eli ne siirretään seuraavan resurssin jonoon edellisen vaiheen valmistuttua. Tällöin kapasiteetin käyttöaste saadaan suureksi, kun työpisteellä on jatkuvasti kappaleita jalostetta-

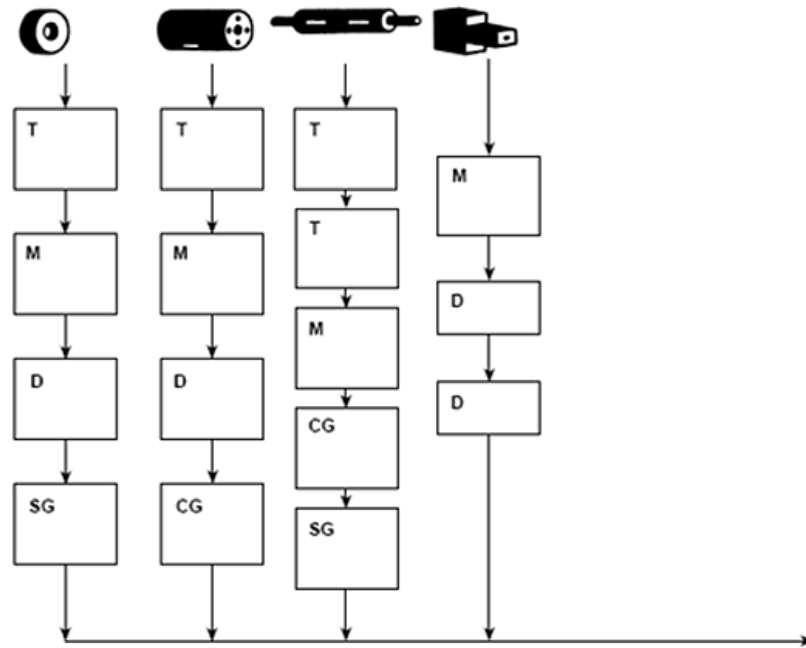
vana. Tämän seurauksena keskeneräisen tuotannon määrä (KET) kuitenkin kasvaa ja työasemat ruuhkautuvat. (Lapinleimu 1997, s. 79–80.)



**Kuva 1.** Tuotannon eteneminen funktionaalisessa tuotantojärjestelmässä (Levinson 2007, s. 50)

Suuri keskeneräisen tuotannon määrä kertoo tuotannon huonosta virtaavuudesta ja siten tehottomuudesta. KET kasvattaa valmistuksen läpäisyäikää, eli aikaa suunnittelun päättymisestä lähetysvalmiuteen, sillä läpäisy aika määritellään kertomalla keskeneräisen tuotannon määrä valmistuksen jaksonajalla (Modig & Åhlström 2013, s.34). KET myös sitoo pääomaa ja piilottaa ongelmia. Funktionaalinen tuotantojärjestelmä vaatii kuljetuksia resurssiryhmien välillä, mikä odotusajan lisäksi pidentää läpäisyäikää. Funktionaalisesti järjestettyä tuotantoa on lisäksi työlästä ohjata, sillä ohjattavia pisteitä on useita ja niitä kaikki ohjataan erikseen. Monimutkaisen ohjausjärjestelmän ja pitkän läpäisyajan seurauksena tuotteen läpäisy on huonosti ennustettavissa ja toimitusvarmuus heikko. (Lapinleimu 1997, s. 79–80.)

Ryhmäteknologisessa tuotantojärjestelmässä, jonka toimintaa on havainnollistettu kuvassa 2, tuotteet ryhmitellään tarvittavien valmistusvaiheiden mukaan. Resurssit, jotka vaaditaan tuoteryhmän valmistukseen, kootaan soluiksi. Tämän valmistusjärjestelmän etuna funktionaaliseen järjestelmään verrattuna on läpäisyajan lyheneminen kuljetusten vähentyessä. Kun resurssit sijoitetaan rationaalisesti toistensa läheisyyteen, ei erillisiä kuljetuksia vaiheiden välillä tarvita. Tällöin myös keskeneräisen tuotannon määrä vähenee, kun tuotanto pääsee virtaamaan paremmin. Ryhmäteknologisessa tuotantojärjestelmässä ohjauspisteiden määrä vähenee, kun monta vaihetta yhdistetään yhdeksi ohjauspisteeksi, jolloin tuotannonohjaus helpottuu, kun tuotteet ohjautuvat solun sisällä ilman erillisiä impulsseja. Osavalmistus voidaan jakaa soluihin myös tuoteperusteisesti, jolloin solu valmistaa tietyt osat lopputuotteesta (Lapinleimu 2000, s. 20–22).



**Kuva 2.** Tuotannon eteneminen solutuotantojärjestelmässä (Levinson 2007, s. 50)

Tuotantosoluksi kutsutaan pientä, suhteellisen itsenäistä valmistusyksikköä, jossa määrätty tuotteiston osa valmistetaan yhdellä impulssilla. Solussa työvaiheet yhdistyvät yhdeksi vaiheeksi, jolloin sitä ohjataan yhtenä yksikkönä, vaikka käytännössä työvaiheita on useampia. Solulla on oma tuotteisto, jota se valmistaa ja oma tuotantokalusto sekä siirto- ja nostovälineet, jotka on koottu yhtenäiselle alueelle. Solun muodostaa 1–6 hengen työryhmä, joka on vastuussa kaikesta toiminnastaan. Solussa työpisteitä on enemmän kuin työntekijöitä, mikä mahdollistaa solun sisäisen työkuorman tasaamisen spontaaneiden tehtävän vaihtojen kautta. Solu hoitaa tuotteen valmistuksen lisäksi tarvittavat siirrot, tarkastukset sekä osan ylläpidosta. (Lapinleimu 2000, s. 24–25; Lapinleimu 1997, s. 85–93.)

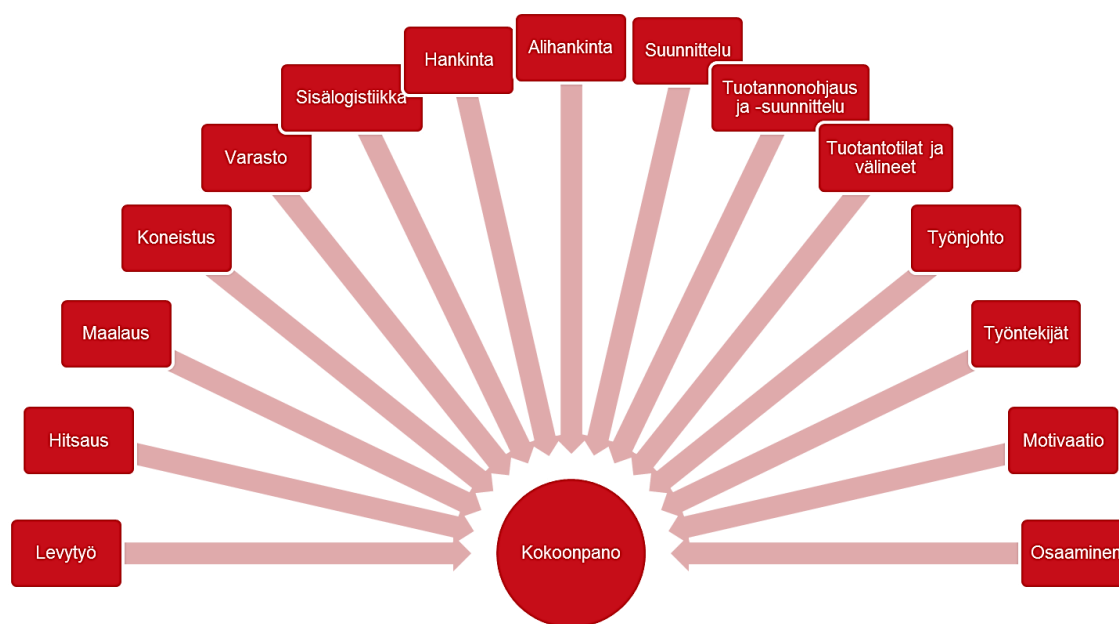
Solujärjestelmällä tavoitellaan tuotantojärjestelmän näkyvyyttä, selkeää ohjattavuutta sekä lyhyempää läpäisyaikaa. Kun tuotanto on jaettu soluihin, muodostuu tehtaalle selkeä struktuuri, jolloin järjestelmän toiminta on helpompi hahmottaa. Tämä edistää kehityssuunnittelua sekä helpottaa poikkeustilanteiden havainnointia. Työnjärjestely solun sisällä hoituu itsenäisesti työntekijöiden kesken, mikä nopeuttaa järjestelmän toimintaa, sillä ratkaisun teko siirtyy lähemmäs paikkaa, jossa tarve ratkaisulle on. Strukturointi selkeyttää ja keventää myös ohjausta, kun ohjauspisteiden määrä vähenee. Vaiheiden yhdistyminen ja limittyminen lyhentää läpäisyaikaa, mikä antaa operatiivista joustavuutta. Samalla keskeneräisen työn määrä vähenee. (Lapinleimu 1997, s. 92.)

Solun itsenäinen luonne keventää organisaatiota, kun ohjauksen tarpeen vähenemisen lisäksi työnjohtotarve henkilöä kohti pienenee huomattavasti. Lisäksi laatu vastuun siirtymässä solulle laaduntarkastusten tarve vähenee, sillä vastuu lisää motivaatiota tuottaa korkeaa laatua aikataulun mukaisesti. Solujärjestelmä luo puitteet hyvälle työpaikalle,

sillä se monipuolistaa työnkuvaa, lisää ryhmätyön ja vastuun määrää. Solujärjestelmällä on mahdollisuus vähentää poissaoloja viihtyvyyden lisäämisen kautta ja parantaa tuottavuutta tarjoamalla motivoivampi työtehtävä. (Lapinleimu 1997, s. 93–95.)

## 2.1.2 Tuotantoketju

Tuotantoketju koostuu työvaiheista, jotka vaaditaan hyödykkeen saamiseksi asiakkaalle. Kohdeyrityksessä tuotantoketjun vaiheet ovat useimmissa tapauksissa suunnittelu, valmistussuunnittelu, hankinta, osavalmistus, johon kuuluu esikäsittely, levytyö, hitsaus, maalaus ja koneistus, jota seuraa kokoonpano, mahdollinen koekäyttö, purku, pakkaus ja lähetys. Tuotantoketjussa kokoonpano on aivan viimeisiä vaiheita, joten sen onnistuminen on paljolti kiinni edellisten vaiheiden onnistumisesta. Tuotantoketjun lisäksi tuotantontekijät, eli työvoima, raaka-aineet, energia, tietotaito ja reaali-pääoma, vaikuttavat osaltaan kokoonpanoon. Kuvassa 3 on esitetty tekijöitä, joilla on vaikutus kokoonpanoon ja sen tuottavuuteen.



**Kuva 3.** Kokoonpanoon vaikuttavia tekijöitä

Kokoonpanon toimenkuvaan kuuluu komponenttien, osien ja kappaleiden liittäminen toisiinsa, mikä on kokoonpanossa ainoa arvoa tuottava tehtävä. Sovittaminen, tarkastaminen, kappaleiden käsittelyt ja siirrot paikasta toiseen ovat arvoa tuottamattomia, mutta välttämättömiä tehtäviä työn etenemiselle. Lisäksi useimmissa tapauksista kokoonpanoon kuuluu myös puhtaasti arvoa tuottamattomia työvaiheita kuten odottelu, vikojen korjaus ja ylimääräiset liikkeet esimerkiksi osien etsimisen yhteydessä. Arvoa tuottamattomien työvaiheiden osuus voi yleisesti olla jopa 30–50 % työajasta. Kokoonpano nähdään usein yhtenä merkittävimmistä vaiheista tuotteen valmistuksessa, sillä lopulli-

nen asiakkaalle toimitettava tuote valmistuu kokoonpanossa. Kokoonpano on merkittävä vaihe myös siksi, että sen osuus tuotteen valmistamiseen vaaditusta kokonaistyöajasta voi olla jopa 20–40 %. Kokoonpano vaatii myös suuren osan tuotantotiloista. Tuotantokonseptista riippuen kokoonpanon osuus tuotantotilojen yhteenlasketusta lattiapinta-alasta voi olla 25–80 %. Se myös sitoo pääomaa keskeneräiseen tuotantoon ja varastoihin ja muodostaa suuren osan tuotteen kustannuksista. Kokoonpanon suuri osuus tuotteen kustannuksista ei usein ole seurausta vain kokoonpanon ominaisuuksista, vaan se voi johtua edellisistä tuotantoketjun vaiheista, joissa ei ole otettu kokoonpanoa riittävästi huomioon. (Lapinleimu 1997, s. 111–112.)

Lapinleimu (2000, s. 129–130) esittää, että ideaalisen kokoonpanojärjestelmän layout on joko paikka tai linja. Kokoonpanon layoutia määriteltäessä periaatteina on minimoida rajapintojen ja peräkkäisten toimintojen määrä ja pyrkiä mahdollisimman yksinkertaiseen järjestelmään. Näiden periaatteiden mukaan paikkakokoonpano on edullisin vaihtoehto. Joustavuutta ja kapasiteettia voidaan paikkakokoonpanossa lisätä rinnakkaisilla paikoilla. Linjakokoonpano tulee vaihtoehdoksi siinä tapauksessa, jos kokoonpanossa tarvittavia osia ei saada ottoetäisyydelle tai tarvitaan useita peräkkäisiä työvälineitä tai kokoonpanokoneita kuten robotteja. Myös suuri volyymi voi olla peruste linjakokoonpanolle. Kokoonpanojärjestelmä tulee suunnitella tuoterakenteen mukaan. Jos tuoterakenteessa on vain yksi kokoonpanotaso, riittää yksi kokoonpanopaikka. Jos tuote muodostuu moduuleista, voivat moduulit vaatia erillisen kokoonpanopaikan lopputuotteesta, jolloin kokoonpano muodostuu kahdesta vaiheesta. Kokoonpanon kehityksessä trendinä on yhä tiimityönä tehtävä, hyvin suunniteltu manuaalikokoonpano sekä lisääntyvä joustavuuden tarve.

## **2.2 Tuottavuus ja kokoonpanon tuottavuuden edellytykset**

Tuottavuus on yrityksen sisäisen tehokkuuden mittari ja sen avulla luodaan kilpailukyky. Tuottavuus käsitetään yleisesti tuottavuussuureena eli tarkasteltavan kohteen tuotosten ja niiden aikaansaamiseksi käytettyjen panosten suhteena. Panoksia voivat olla esimerkiksi työ, pääoma, energia, materiaalit ja tieto tai näiden yhdistelmät. Tuotoksia ovat tuotteet ja palvelut sekä arvollisesti että määrällisesti mitattuna. Tuottavuus kuvaa, kuinka tehokkaasti eri panokset on yhdistetty tuotoksen aikaansaamiseksi eli miten tehokkaasti pystytään hyödyntämään materiaaleja, teknologiaa sekä pääomaa. Panosten ja tuotosten kustannukset perustuvat useimmissa tapauksissa maailmanmarkkinahintaan, eli yritys ei voi itse vaikuttaa niihin. Tällöin tuottavuuden vaikutus korostuu. Tuottavuutta voidaan tarkastella esimerkiksi toimialakohtaisesti, yrityskohtaisesti, yrityksen sisällä toiminnoittain tai yksilökohtaisesti (Jääskeläinen et al. 2008 s. 12–17; Uusi-Rauva 1997, s. 20–21). Tässä työssä tuottavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka tehokkaasti kohdeyritys pystyy palvelemaan asiakasta eli tuottamaan asiakkaalle sitä, mitä hän haluaa juuri oikeaan aikaan.

Laskennallisten mallien lisäksi tuottavuutta voidaan tarkastella myös henkilökohtaisena ominaisuutena. Uusi-Rauva (1997, s. 13) esimerkiksi määritteli tuottavuuden olevan "Ennen kaikkea henkilökohtainen asenne. Se on myönteistä suhtautumista edistykseen niin, että aina pyrkii parantamaan vallitsevaa tilannetta. Se on vakuuttuneisuutta siitä, että tänään voi tehdä paremmin kuin eilen ja että huomenna voi tehdä paremmin kuin tänään. Se on halu parantaa nykytilaa riippumatta siitä, kuinka hyvältä se nyt vaikuttaa tai kuinka hyvä se tosiasiallisesti on. Siinä on kysymys jatkuvasta inhimillisen ja taloudellisen toiminnan mukautumisesta muuttuviin olosuhteisiin. Se on valmiutta uusien teorioiden ja menetelmien jatkuvaan soveltamiseen ja käyttöönottoon. Perustana kaikelle on usko ihmisen mahdollisuuksiin parantaa vallitsevaa olotilaa."

Uusi-Rauva (1997, s. 31) huomauttaa, että tuottavuutta käsiteltäessä on huomioitava tuottavuuden ero kannattavuuteen. Tuottavuus ja kannattavuus sekoitetaan usein keskenään ja tuottavuutta mitataan kannattavuuden mittareilla. Kannattavuus liittyy rahaprosessiin, kun taas tuottavuus reaali prosessiin. Kannattavuus voidaan määritellä tuloksen ja liikevaihdon suhteena tai myös tuottavuuden ja hintasuhteen funktiona, kuten kaavassa (1) on esitetty. Kannattavuus on riippuvainen tuottavuudesta, mutta siihen vaikuttavat muutkin tekijät, kuten tuotannon volyyymi ja yksikkökustannukset.

$$\text{Kannattavuus} = \text{Tuottavuus} \times \text{Hintasuhte} = \frac{\text{Tuotokset}}{\text{Panokset}} \times \frac{\text{Yksikköhinnot}}{\text{Yksikkökustannukset}} \quad (1)$$

Mittaamalla ja analysoimalla tuottavuutta voidaan saada selville sisäisen tehokkuuden parantamiseen vaadittavat toimenpiteet. Tuottavuutta mitataan laskemalla erilaisia tuotos-panossuhteita, jolloin tuloksena on tuottavuuden taso. Tuottavuutta analysoidaan tutkimalla tuotos-panossuhteita ja niiden muutoksia. Kun tuotosten määrää kasvatetaan pitämällä panosten määrä vakiona, puhutaan tuotos- eli suoritetehtokkuudesta. Panostehokkuutta on kun panosten määrää pienennetään tuotoksiin nähden eli pienemmillä panoksilla tuotetaan sama määrä tuotoksia. Tuottavuuden mittaamiseksi on tuotoksille ja panoksille määriteltävä mittaluvut, jotka ovat oikeassa suhteessa toisiinsa. (Uusi-Rauva 1997, s. 20–21.)

Jääskeläinen et al. (2008, s. 79) ja Uusi-Rauva (1997, s. 17) esittävät tuottavuuden kehittämisen edellytyksiksi tuottavuustavoitteiden asettamisen ja niitä tukevien yksinkertaisten ja ymmärrettävien mittareiden määrittämisen. Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi on määriteltävä selkeästi ja jalkautettava koko organisaatioon. Koska tuottavuus ei ole yksiselitteinen käsite, on määriteltävä, minkä tuottavuudesta puhutaan, jolloin tuottavuudella tavoiteltavat todelliset päämäärät tulevat selville. Huomioitavaa on, että tuottavuus itsessään ei ole päämäärä, vaan usein väline suurempien tavoitteiden saavuttamiseksi. Tuottavuuden kehittäminen on usein hyvin haastavaa, sillä tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä on useita eikä niiden määrittäminen ole aina yksiselitteistä tai laskettavissa. Jääskeläinen et al. (2008, s. 7) listaavat tuottavuuteen vaikuttaviksi tekijöiksi seuraavat:



- toiminnan ja prosessin suunnittelu
- enemmän arvoa asiakkaalle
- esimiestyö ja johtaminen
- verkostomainen toiminta
- osaaminen
- innovaatiot ja teknologia
- työ ja menetelmät
- joustavat ja monipuoliset työajat
- kannustava palkkaus ja palkitseminen
- turvallisuus ja ympäristö
- tuottavuusyhteistyö ja luottamus
- tuottavuuden ja laadun mittaaminen

Yllä luetellut tekijöiden lisäksi kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttavat kohdeyrityksessä oleellisesti kokoonpanoa edeltävät prosessit ja niiden sujuvuus. Suunnittelulla on erityisen suuri vaikutus kaikkien sitä seuraavien vaiheiden tuottavuuteen, sillä se määrittää seuraavien prosessien tehtävät. Myös hankinnan ja alihankinnan sekä osavalmistuksen toimitusvarmuus vaikuttaa merkittävästi kokoonpanon tuottavuuteen. Lisäksi tuotantojärjestelmän ja tuotannonohjaustavan on pystyttävä vastaamaan kokoonpanon tarpeisiin. Lönnqvist et al. (2006, s. 13) huomauttavat, että tuottavuutta on myös mitattava, sillä muutoin sitä ei voi ohjata ja kehittää. Näiden tekijöiden pohjalta voidaan määritellä tuottavuuden edellytykset kokoonpanossa:

1. Laadukkaat suunnitteludokumentit
2. Sisäinen ja ulkoinen toimitusvarmuus
3. Sekä oman tuotannon että alihankinnan laatu
4. Sujuvat prosessit, työtavat ja menetelmät
5. Motivoitunut ja osaava henkilöstö
6. Toimivat ja turvalliset työskentelytilat, laitteet ja välineet
7. Hyvä johtaminen ja prosessien tukeminen ylhäältä päin
8. Yhteistyö ja verkostot
9. Tuottavuuden ja laadun mittaaminen

Edellä mainitut kokoonpanon tuottavuuden edellytykset toimivat tämän työn runkona ja kokoonpanon tuottavuutta arvioidaan niiden pohjalta. Kun edellytykset tuottavuudelle ovat kunnossa, voidaan tuottavuutta alkaa parantamaan. Jotta tuottavuuden kehitystä voidaan arvioida, on määritettävä tuottavuudelle mittarit. Mittareilla selvitetään tietyn prosessin tila tunnuslukuja käyttäen, ja saadulla informaatiolla helpotetaan prosessin kehittämistä.

Tässä työssä tuottavuuden mittareina käytetään läpäisyaikaa sekä sisäistä toimitusvarmuutta. Tuotosten ja panosten suhteita ei lasketa, sillä tavoitteena on ensisijaisesti tuottavuuden edellytysten kehittäminen eikä vielä suoranaisesti tuottavuuden parantaminen. Koska kehitystoimia ei työn aikana päästä jalkauttamaan, ei niiden vaikutusta tämän

työn puitteissa pystyttyä arvioimaan. Mittareiden määrittelyn tarkoitus onkin kuvata tämän hetkistä tuottavuuden tasoa. Mittareilla myös arvioidaan kokoonpanon tuottavuuden edellytysten tilaa ja kehitystarpeita sekä niiden kehittämisen tuottavuusvaikutusta.

Lapinleimun (1997, s. 55–58) määritelmän mukaan läpäisy aika kertoo ajan, joka kuluu määrätyn kokonaisuuden aloittamisesta sen valmiiksi saamiseen. Tilauksen läpäisy aika on aika tilauksen vastaanottamisesta lähetukseen, tuotannon läpäisy aika suunnittelun valmistumisesta lähetukseen ja valmistuksen läpäisy aika osavalmistuksesta siihen hetkeen kun tilaus on toimitettavissa. Läpäisy aika on monesti tuottavuuden mittarina toimiva, sillä se on riittävän yksinkertainen, konkreettinen ja reaaliaikainen. Se on hyvä mittari siitäkin syystä, että se kertoo monesta asiasta samalla kertaa. On kuitenkin huomattava, että kun läpäisy aikaa käytetään tuottavuuden mittarina, on sen lyhentämisen perustuttava vaihtelun vähentämiseen ja virtauksen parantamiseen eikä resurssien määrän kasvattamiseen (Modig & Åhlström 2013, s. 42). Resursseja lisäämällä läpäisy aikaa saadaan lyhennettyä, mutta se ei kasvata tuottavuutta, sillä tuotosten ja panosten suhde pienenee. Läpäisy ajan pituus indikoi tuotantojärjestelmän toimivuudesta, joustavuudesta sekä tehokkuudesta. Pitkä läpäisy aika kertoo prosesseissa olevista ongelmista kuten arvoa tuottamattomasta työstä ja tehottomuudesta. Lapinleimu (1997, s. 55) ja Peltonen (1998, s. 6) esittävät teoksissaan, että lyhyt läpäisy aika indikoi usein mm. seuraavia asioita:

- Tuotteen rakenne on riittävän yksinkertainen.
- Keskeneräisen tuotannon määrä on kohtuullinen.
- Puutteita on vähän.
- Laatuongelmia on vähän.
- Hankintatoimi on sujuvaa.
- Työhyvinvointi on hyvällä tasolla.
- Työtapaturmat ovat harvinaisia.

Läpäisy aika riippuu vaiheketjun pituudesta ja vaiheiden kestosta sekä eräkoosta, joten sitä voidaan lyhentää pienentämällä eräkokoa ja yhdistämällä vaiheita soluperusteisilla valmistusjärjestelmillä tai monitoimisilla työstökoneilla. Eräkojoja pienennettäessä on lyhennettävä asetusajoja, jotta pienet valmistuserät olisivat taloudellisesti kannattavia. Muita keinoja läpäisy ajan lyhentämiseen on osien valmistuksessa ja ohjauksessa olevien häiriöiden poistaminen sekä hankinta-ajojen huomioiminen. Rinnakkain tehtävillä osakokoonpanoilla voidaan myös lyhentää läpäisy aikaa. Valmistuksen läpäisy ajan ollessa lyhyt voidaan valmistaa tilauksia enemmän peräkkäin kuin rinnakkain, jolloin tilan tarve vähenee, työn järjestely on helpompaa ja KET:n määrä pienempi. Läpäisy ajan lyhentäminen voi parantaa tuottavuutta, sillä se vaikuttaa merkittävästi tuotteiden ja toiminnan laatuun ja pienentää siten välillisiä kustannuksia. Se myös vähentää tuotannon ohjauksen ja suunnittelun tarvetta selkiytetyn layoutin ja materiaaliavirran seurauksena. (Haverila et al. 2009, 406–407; Lapinleimu 1997, s. 55–58.)

Kohdeyrityksessä läpäisyaikaa ei seurata aktiivisesti. Tuotannon mittareina käytetään toteutuneiden tuntien suhdetta budjetoituihin tunteihin, työvaiheiden jättämää ja laatu-kustannuksia. Ne eivät suoraan kerro tuottavuudesta, mutta antavat kuvan tuotannon tilasta. Jos sisäinen toimitusvarmuus on heikko, seuraa siitä puutteita kokoonpanoon eli se aiheuttaa tehottomuutta ja turhaa työtä, jolloin tuottavuus laskee. Laatukustannukset koostuvat kustannuspoikkeamista, jälkikorjauksista ja takuutöistä ja ne kertovat toiminnan laadusta. Lisäksi tuotannossa on siisteyden mittaamista varten lanseerattu siisteysindeksi, joka mitataan kuukausittain hallikohtaisesti. Henkilöstön ominaisuuksia ei mitata kohdeyrityksessä säännöllisesti, mutta esimerkiksi työhyvinvointiin ja johtamiseen liittyviä tutkimuksia on tehty viime aikoina henkilöstökyselyjen muodossa.

## 2.3 Hankintatoimi

Hankinta on vastuussa yrityksen ulkoisten resurssien käytöstä ja hallinnasta. Sitä pidetään nykyisin yhtenä yrityksen strategisista toiminnoista ja mahdollisuutena kilpailuedun saavuttamiseen. Hankinta muodostaa monesti valtaosan yrityksen kokonaiskustannuksista, mikä kertoo hankinnan merkittävästä roolista yrityksissä ja siten hankintatoimen kehittämisen tärkeydestä. Operatiivista hankintaa ovat hankintojen toteuttaminen ja käytännön ostaminen, kun taas strategiseen hankintaan kuuluu uusien toimittajien etsintä ja valinta sekä toimittajaverkon hallinta ja kehittäminen. Hankintatoimen painopiste siirtyy yrityksissä yhä strategisempaan suuntaan. Strategisilla hankintapäätöksillä yritykset voivat vaikuttaa organisaation menestymiseen edistämällä kilpailukykyään, kun taas operatiiviset toiminnot vaikuttavat vain lyhyellä aikavälillä (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2012, s. 53; Ford et al. 2003, 91–92). Tässä työssä keskitytään strategiseen hankintatoimeen alihankitaan painottuen, sillä sen vaikutukset kokoonpanon tuottavuuteen ovat suuremmat kuin operatiivisten toimintojen.

Hankintapäätöksen tekemiseksi ja hankintastrategian laatimiseksi on Nylundin (2015, s. 44–50) mukaan analysoitava tuotteiden merkitystä liiketoiminnalle. Make or buy –analyysillä tehdään päätös, valmistetaanko tuote itse vai ostetaanko ulkoa. Analyysi voidaan tehdä joko tuote-, moduuli-, nimike- tai materiaalitasolla. Tuotteet sijoitetaan kuvassa 4 esitettyyn 3x3 matriisiin arvioimalla niiden merkitystä liiketoiminnalle sekä osaamisen tasoa tai kilpailuasemaa. Tuotteen tärkeyttä liiketoiminnan kannalta voidaan arvioida esimerkiksi liikevaihdon, katteen tai tuotantovolyymien mukaan. Kuvan 4 matriisin soluissa on kuvailtu, kuinka kyseiseen soluun sijoittuneen tuotteen kohdalla olisi kannattavaa toimia. Ylimmälle riville sijoittuneet tuotteet on kannattavaa valmistaa itse, sillä osaamisen taso on korkea. Oikeaan reunaan sijoittuneisiin tuotteisiin kannattaa erityisesti panostaa, sillä ne ovat niitä, joita asiakkaat arvostavat ja joilla luodaan kilpailuetu. Vasempaan alakulmaan sijoittuneiden tuotteiden kohdalla on syytä kyseenalaistaa oman valmistuksen kannattavuus.

		Merkitys liiketoiminnalle		
		Pieni	Keskimääräinen	Suuri
Kilpailuasema/Osaamisen taso	Vahva	<b>Osaaminen</b> saattaa avata uusia mahdollisuuksia markkinoilla	<b>Vakauta</b> Ylläpidä vauhti	<b>Investoi</b> Ylläpidä
	Neutraali	<b>Lopeta</b> Ulkoista Myy/lisensioi Pois-suunnittele	<b>Partnership</b>	<b>Investoi</b> Kehitä
	Heikko	<b>Lopeta</b> Ulkoista Myy/lisensioi Pois-suunnittele	<b>Partnership</b>	<b>Panosta</b> Kehitystoimintaan, lopeta tai hanki teknologia-partneri

**Kuva 4.** Make or buy –analyysin tulkinta (Nylund 2015, s. 45)

Kohdeyrityksessä käytetään toimittajan ominaisuuksien analysointiin SWOT-analyysia (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), jossa arvioidaan toimittajan vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat. Ominaisuudet täytetään nelikenttään siten, että yläpuolella on toimittajan nykytila, eli vahvuudet ja heikkoudet, ja alapuolella tulevaisuus, eli mahdollisuudet ja uhat. Analyysin avulla voidaan pohtia esimerkiksi, kuinka vahvuuksia voidaan kehittää, heikkouksia poistaa tai mahdollisuuksia hyödyntää. Analyysi on käyttökelpoinen työkalu uusia toimittajia etsittäessä tai toimittajayhteistyötä kehitettäessä. (Hankintatoimi 2015.)

### 2.3.1 Alihankinta ja sen edellytykset

Hernesniemi & Nikinmaa (2009, s. 12) selittävät suomalaisyritysten kilpailukykyä maailman markkinoilla tehokkaalla alihankintaverkostolla. Etenkin kohdeyrityksen kaltaisissa yrityksissä, joissa volyyymi vaihtelee sykleittäin, on tehokas alihankintaverkosto välttämätön, jotta toiminta pysyy kannattavana ja pystytään vastaamaan asiakkaan vaatimuksiin. Alihankkijoiden käyttö lisäkapasiteetin tarjoajana on alihankkijan kannalta epäedullinen tilanne, sillä päähankkijan tuotannon vaihtelut vaikuttavat siihen suuremmin kuin päähankkijaan, ja tilauskannan heiketessä alihankkijoiden työt häviävät ensimmäisenä. Alihankkijoiden käyttö tuotantokapasiteetin tasoittamiseen on kuitenkin vähenemässä. Sen sijaan yritykset ovat keskittyneet luomaan pitkäaikaisia toimittajasuhteita ja ulkoistamaan kokonaan tuotannon osia, jotka eivät ole strategisesti tärkeitä. Näin alihankintaverkosto antaa yritykselle mahdollisuuden keskittyä ydinosamiseensa

ja kehittää kilpailukykyä. Samalla alihankkijoista tulee osa päähankkijan tuotantoverkostoa ja ne erikoistuvat tiettyyn päähankkijan tuotannon osa-alueeseen.

Kun tuotanto siirretään alihankintaan etäisyydet ja rajapinnat valmistuksen ja suunnittelun välillä kasvavat, mikä luo haasteita kommunikoinnille ja tuotehallinnalle ja valmistettavuusnäkökohdat korostuvat. Valmistuspaikan tulisi olla tiedossa jo suunnitteluvaiheessa, koska silloin voidaan ottaa huomioon toimittajakohtaiset vaihtelut, kuten raaka-aineiden saanti, laitekannan soveltuvuus ja osaamisen taso (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 29–31). Nylundin (2015, s. 5–28) mukaan alihankinnan onnistumisen edellytyksenä on, että tuotteen rakenne ja suunnitteludokumentit ovat kunnossa ja valmistusmenetelmät harkittuja. Jos piirustuksissa tai muissa tuotteen dokumenteissa tai tuotteen osissa on virheitä, tuotteen kustannukset nousevat ja toimitusvarmuus kärsii. Toimittajalta edellytetään osaamista ja mahdollisuuksia tuotteen tekniseen toteutukseen eli sopivia tuotantovälineitä ja -koneita.

### 2.3.2 Toimittajasuhteiden kehittäminen

Globalisaation myötä toimittajasuhteiden merkitys on korostunut, sillä kilpailun koveneminen on pakottanut yritykset keskittymään ydinosaamiseensa ja ulkoistamaan ydinliiketoimintaansa kuulumattomat toiminnot. Tällöin riippuvuus toimittajista ja heidän suorituskyvystään on lisääntynyt ja siten toimittajasuhteiden kehittämisen tarve kasvanut, sillä kehittämällä toimittajasuhteita yrityksen on mahdollista saavuttaa kilpailuetua markkinoilla (Langfield-Smith & Greenwood 1998, s. 331). Kun toimittajia on alettu pitää osana sisäistä sidosryhmää, on saavutettu läheisiä toimittajasuhteita, joiden kautta on onnistuttu vähentämään merkittävästi kustannuksia. Tästä esimerkkinä ovat lean-filosofiaa noudattavat japanilaiset autoteollisuuden yritykset (Cousins 2002, s.75). Langfield-Smith & Greenwoodin (1998, s. 346–350) mukaan toimittajasuhteiden kehittymisen edellytyksenä ovat luottamuksen korkea taso, tiedon jakaminen, tehokas kommunikaatio, pitkäaikaiset sopimukset, suora toimittajan auttaminen tuotannon tehostamiseksi sekä toimittajien osallistuminen kehitystoimintaan.

Luottamusta pidetään monesti tärkeimpänä toimittajasuhteeseen vaikuttavista tekijöistä (Ford et al. 2003, s. 37). Dyer & Chun (2003, s. 68) mukaan luottamus lisää avointa kommunikaatiota ostajan ja toimittajan välillä ja siten johtaa parempaan tiedon jakamiseen, mikä edistää koko toimitusketjun suorituskkyä parantamalla yhteisen toiminnan koordinoitua ja minimoimalla tehottomuutta. Luottamus edistää yhteistä ongelmanratkaisua enemmän kuin ongelmallisen suhteen lopettamista. Ferrer et al. (2010, s. 427) esittävät myös, että korkeaa laatua on mahdollista ylläpitää luottamuksen avulla ja siten saavuttaa kilpailuetu. Luottamus vähentää myös transaktiokustannuksia, kun tarve virallisille ja muodollisille sopimuksille vähenee (Dyer & Chu 2003, s. 57–60). Luottamuksen kautta kumpikin suhteen osapuoli voi olla varma toisen osapuolen panostuksesta suhteeseen, jolloin opportunistin uhka vähenee, eli väärät käsitykset toisen osapuolen toiminnasta tai epäilykset, ettei toinen osapuoli edistä riittävästi yhteistyötä (Humphreys et al. 2004, s. 133).

Luottamuksen kautta voidaan saavuttaa sitoumus, mikä on Sahayn (2003, s. 553) mukaan edellytys pitkäkestoiseen yhteistyöhön. Sitoutuminen merkitsee suhteen kummankin osapuolen halua jatkaa suhdetta ja tehdä uhrauksia lyhyellä aikavälillä ja investointeja pitkällä aikavälillä suhteen säilyttämiseksi (Caniëls et al. 2010, s. 112). Sitoutuminen parantaa toimittajan suoritusta, ja ostajan sitoumus edesauttaa toimittajaa muuttamaan toimintojaan vastaamaan ostajan vaatimuksia (Humphreys et al. 2004, s. 134). Luottamuksen ja sitoumuksen lisäksi yksi merkittävimmistä toimittajasuhteeseen vaikuttavista tekijöistä on jo aiemmin mainittu kommunikaatio, joka on edellytys luottamuksen ja siten sitoutumisen syntymiselle. Prahinski & Fan (2007, s. 58) toteavat, että laadukas kommunikointi on toimittajan näkökulmasta sitä, että ostajan kommunikaatio on selvää, käytännöllistä, ajantasaista ja perusteellista. Laadukas kommunikaatio parantaa sitoutumista ja siten esimerkiksi vierailut toimittajan tiloissa tai toimittajan vierailut ostajan tiloissa parantavat toimittajan sitoutumista.

Hsu et al. (2007, s. 296–297) väittävät, että epäonnistunut tiedon jakaminen on pääsyy siihen, että useat yritykset eivät saavuta kaikkia toimittajasuhteeseen liittyviä hyötyjä. Epäonnistuminen tiedon jakamisessa voi Langfiel-Smith & Greenwoodin (1998, s. 349) mukaan olla esimerkiksi sitä, että toimittajat eivät kommunikoi ongelmiaan ostajalle, ostajan vaatimukset eivät ole tarkasti määritellyt tai toimittaja epäonnistuu ostajan tarpeiden ja tyytyväisyyden tason arvioinnissa. Tiedon kulun estyminen heikentää toimittajan suorituskyyä ja siten vaikeuttaa yrityksen selviämistä muuttuvassa toimintaympäristössä. Se myös rajoittaa kykyä reagoida asiakkaan vaatimuksiin, sillä ulkoistamisen lisääntyessä yritykset ovat enenevässä määrin riippuvaisia toimittajiensa suorituskyyvystä ja kyvykkyyksistä.

Toimittajakehitykseen käytettävät keinot vaihtelevat epävirallisista toimittaja-arvioinneista laajoihin toimenpiteisiin, kuten toimittajan toimintoihin investoimiseen (Krause & Ellram 1997, s. 39). Toimittajasuhteita on analysoitava ja tunnistettava niihin vaikuttavat tekijät, jotta suhteita voidaan kehittää. Toimittajasuhteen analysoimiseksi voidaan käyttää esimerkiksi Olsenin & Ellramin (1997) portfoliomallia, jossa arvioidaan toimittajan houkuttelevuutta ja suhteen vahvuutta kuvissa 5–6 esitettyjen tekijöiden perusteella. Kohdeyrityksessä näitä asioita on jossain määrin arvioitu 2000-luvun alussa luodun toimittaja-arviointilomakkeen avulla, mutta lomakkeesta puuttuu tarkemman analyysin mahdollisuus ja siten myös suositeltavat kehitystoimet. Luvussa 4.3 on kuvattu tarkemmin lomakkeen rakennetta.

<b><u>Suhteen vahvuus</u></b>
<b>Taloudelliset seikat</b>
1. Hankintojen volyymi
2. Ostajan tärkeys toimittajalle
3. Lähtökustannukset
<b>Vaihtosuhteen tyyppi</b>
1. Vaihdamman tyyppi
2. Henkilökohtaisten kontaktien taso ja määrä
3. Muiden partnereiden määrä
4. Vaihdamtasuhteen kesto
<b>Yhteistyö toimittajan ja ostajan välillä</b>
1. Yhteistyö kehittämisessä
2. Tekninen yhteistyö
3. Johdon integraatio
<b>Toimittajan ja ostajan etäisyys toisistaan</b>
1. Sosiaalinen etäisyys
2. Kulttuurinen etäisyys
3. Teknologinen etäisyys
4. Aikaan liittyvä etäisyys
5. Maantieteellinen etäisyys

**Kuva 5.** Suhteen vahvuuteen vaikuttavat tekijät (Olsen & Ellram 1997, s.107).

<b><u>Toimittajan houkuttelevuus</u></b>
<b>Taloudelliset tekijät</b>
1. Toimittajan katteet
2. Toimittajan taloudellinen vakaus
3. Toimittajan kokemus
4. Toimittajan esteet suhteesta lähtemiselle ja sen aloittamiselle
5. Viivytys
<b>Suorituskykyyn liittyvät tekijät</b>
1. Toimitus
2. Laatu
3. Hinta
<b>Teknologiset tekijät</b>
1. Kyky selviytyä muutoksista teknologiassa
2. Toimittajan nykyinen ja tuleva kapasiteetin hyödyntäminen
3. Toimittajan suunnittelukyvyt
4. Toimittajan nopeus kehittyä
5. Toimittajan patenttisuojaus
<b>Organisationaaliset, kulttuuriset ja strategiset tekijät</b>
1. Vaikutus yrityksen asemaan verkostossa
2. Toimittajan sisäinen ja ulkoinen integraatio
3. Toimittajan ja ostajan strateginen yhteensopivuus
4. Johdon asenne/näkemys tulevaisuudesta
5. Ylimmän johdon kyvykyys
6. Toimittajan ja ostajan toimintojen yhteensopivuus
7. Riski ja epävarmuus toimittajan kanssa toimimisessa
8. Luottamuksen tunne
<b>Muut tekijät</b>
1. Kyky selviytyä ympäristössä tapahtuvista muutoksista
2. Toimittajan maine turvallisuuteen liittyvissä asioissa

**Kuva 6.** Toimittajan houkuttelevuuteen vaikuttavat tekijät (Olsen & Ellram 1997, s.106).

Olsenin & Ellramin (1997) mallissa toimittajat sijoitetaan kuvassa 7 esitettyyn 3x3-matriisiin houkuttelevuuden ja suhteen vahvuuden perusteella. Soluihin 1, 2 ja 4 sijoituvat toimittajat ovat haluttuja ostavan yrityksen näkökulmasta, mutta suhdetta on vahvistettava kehittämällä kuvassa 3 mainittuja tekijöitä. Soluissa 3, 5 ja 6 olevien toimittajien kohdalla strategiana on vahvan suhteen ylläpitäminen ja mahdollisesti toimittajaan kohdistuvien resurssien uudelleen jakaminen tai vähentäminen transaktiokustannusten pienentämiseksi. Jos suhde asettuu soluihin 7, 8 tai 9, on toimittajan vaihtaminen mahdollisesti kannattavinta vaihtokustannukset huomioiden. Jos kuitenkin suhde on vahva, voi olla tehokkaampaa käyttää resurssit suhteen kehittämiseen kuin uuden luomiseen. (Olsen & Ellram 1997, s.109.)

Toimittajan houkuttelevuus	1	2	3
	4	5	6
	7	8	9
Suhteen vahvuus			10

**Kuva 7.** Toimittajasuhteiden analysointi (Olsen & Ellram 1997, s.107).

Taulukkoon 1 on koottu edellä kuvailtujen luottamuksen, sitoutumisen ja kommunikaation vaikutusta toimittajayhteistyön kehittämisen eri osa-alueisiin. Taulukon perusteella voidaan todeta, että kommunikaation parantamisella on mahdollista saavuttaa suurin vaikutus toimittajayhteistyön laatuun. Kun huomioidaan kommunikaation vaikutus luottamukseen ja siten myös sitoutumiseen, on kommunikaation kehittäminen hyvä lähtökohta toimittajasuhteen kehittämiseksi.

**Taulukko 1.** Luottamus, sitoutuminen ja kommunikaatio toimittajayhteistyön kehittämisessä

	Toimittajan kehittäminen	Suhteen kehittäminen	Transaktiokustannusten alentaminen
<b>Luottamus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vähentää toiminnan epävarmuutta.</li> <li>- Tehostaa avoimuutta ja yhteistä ongelmanratkaisua toimittajan suoritustavoitteiden saavuttamiseksi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pidentää suhteen kestoa.</li> <li>- Lisää yhteistä ongelmanratkaisua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vähentää seurantakustannuksia.</li> </ul>



Sitoutuminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parantaa toimittajan suoritusta.</li> <li>- Vahvistaa organisaation yhteensopivuutta pitkän aikavälin tavoitteiden saavuttamiseksi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luo riippuvuuksia ja vahvistaa suhdetta esim. investointien osalta.</li> <li>- Edistää oppimista ja lisää tietämystä toisen osapuolen tarpeista ja toimintatavasta.</li> </ul>	
Kommunikaatio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Henkilökohtaiset tapaamiset motivoivat toimittajaa parantamaan suoritustaan.</li> <li>- Täsmällinen kommunikaatio parantaa toimittajan suoritusta esim. poistamalla virheetoimituksia.</li> <li>- Sähköinen kommunikaatio tehostaa toimittajan prosesseja.</li> <li>- Palaute motivoi toimittajaa parantamaan suoritustaan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tapaamiset luovat henkilökohtaisia suhteita.</li> <li>- Vierailut toisen osapuolen tiloissa parantavat toisen prosessien ja toimintaympäristön tuntemusta.</li> <li>- Tiedon täsmällisyys poistaa epäselvyyksiä ja vahvistaa suhdetta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiedon lisääminen vaihdannan dokumentteihin vähentää epäselvyyksiä ja transaktiokustannuksia.</li> <li>- Tiedon täsmällisyys poistaa virheitä ja vähentää turhan työn määrää.</li> <li>-Toimittajan proaktiivinen kommunikaatio vähentää seurantakustannuksia.</li> <li>- Kommunikaation sähköistys vähentää transaktiokustannuksia.</li> </ul>

Keinoja toimittajasuhteen kehittämiseen on useita, mutta useimmat kehittämisohjelmat on tehty ostajan näkökulmasta ottaen huomioon lähinnä ostavan yrityksen tarpeet. Jotta toimenpiteillä saavutetaan paras mahdollinen lopputulos, on huomioitava myös toimittajan tarpeet sekä kiinnostus ja motivaatio kehitystoimia kohtaan. Edellytykset onnistuneeseen kehitysohjelmaan on, että ostaja suhtautuu toimittajaan kumppanina ja toimittaja kokee ostavan yrityksen houkuttelevana. (Mortensen & Arlbjørn 2012, 152–157.)

## 2.4 Varastotoiminta

Varaston toiminnot ovat useimmille yrityksille välttämättömiä toimituskyvyn turvaamiseksi ja tuotantoprosessin ylläpitämiseksi. Varastoihin sitoutuu merkittävästi pääomaa ja materiaalin käsittely aiheuttaa kustannuksia, minkä lisäksi varastot vievät tehtaan lattia-pinta-alaa. Varastointi on suuri kustannustekijä yrityksille, minkä vuoksi varastojen kokoa on pyritty pienentämään. Samanaikaisesti tilaus-toimitusketjun aikajänne on huomattavasti lyhentynyt, mikä asettaa haasteita varaston palvelukyvyille, jos varastotaso pienennetään. Varaston pienentäminen voi aiheuttaa lisäkustannuksia puute- ja hankintakustannuksina, jos esimerkiksi tuotanto häiriintyy materiaalipuutteiden vuoksi tai komponentteja joudutaan tilamaan pikatilauksena. (Haverila et al. 2009, s. 443–445.)

Varastojen syntymekanismia on tunnistettava ja analysoitava, jotta varastoja voidaan kehittää. Haverila et al. (2009, s. 446–447) mainitsevat varastojen syntymisen syiksi muun muassa toimituskyvyn turvaamisen, tuotannon ja kuljetusten aiheuttamat välivarastot sekä valmistuksen eräkoosta johtuvat varastot. Puskurivarastoja käytetään toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi tai menekinvaihtelun tasoittamiseen. Kohdeyrityksessä käytetään materiaalipuskureita tuotteille, puolivalmisteille ja raaka-aineille. Puskuriva-

rastoja voidaan lyhentää hyvällä suunnittelulla sekä myös läpäisyajan lyhentämisellä ja prosessijoustavuuden kasvattamisella. Välivarastoja syntyy työvaiheiden välille, kun työvaiheet etenevät eri tahdissa. Tuotantojärjestelmä vaikuttaa myös välivarastojen määrään, kuten luvussa 2.1.1 kuvattiin, samoin kuin peräkkäisten työvaiheiden määrä ja välimatka. Kuten muutkin varastot, välivarastot sitovat pääomaa, minkä lisäksi ne pidentävät valmistuksen läpäisyaikaa ja lisäävät laatuvirheiden määrää. Suuret eräkoot ja kuljetusten ja siirtojen tarve aiheuttavat myös varastoja. Hyvällä suunnittelulla ja varastojen syntymistä analysoimalla voidaan hallita varastojen määrää ja siten pienentää varastoinnista syntyviä kustannuksia. Varaston suunnittelussa pyritään minimoimaan kustannukset, mutta samalla pitämään yrityksen toimituskyky ja palvelutaso halutulla asteella.

Toinen varastojen kehittymismahdollisuus on varastotoimintojen tehostaminen. Tehoton varaston materiaalin käsittely, kuten vastaanotto ja keräily, aiheuttavat työvoimakustannuksia ja hidastavat materiaalin etenemistä varastolta. Sarac et al. (2010, s. 77) mukaan radio frequency identification (RFID) –teknologialla eli radiotaajuisella etätunnistusjärjestelmällä on mahdollista lisätä varaston tehokkuutta, vähentää varastotappioita, nopeuttaa prosesseja sekä parantaa tiedon tarkkuutta. RFID-tunniste on sirusta ja antennista koostuva pieni laite, joka kiinnitetään tuotteeseen. Tunnisteeseen tallennetaan tuotteeseen liittyvää tietoa, joka kulkee radioaaltojen välityksellä RFID-lukijalle, josta tunnistella varastutteja tuotteita voidaan tarkkailla reaaliaikaisesti ilman kontaktia tai suoraa näköyhteyttä. Näiden ominaisuuksien avulla RFID voi parantaa tuotteiden jäljitettävyyttä ja näkyvyyttä toimitusketjussa sekä vähentää inhimillisen virheen mahdollisuutta. Koska tuotteiden tunnistamiseen ei tarvita suoraa kontaktia, tehostaa RFID-järjestelmä vastaanottoa ja siten pienentää käsittelykustannuksia.

## 2.5 Näkökulmana lean

Lean on Japanista Toyota Motor Companylta (TMC) lähtöisin oleva filosofia ja toimintatapa, jossa keskitytään parantamaan asiakkaalle tuotettua arvoa karsimalla pois kaikki arvoa tuottamaton työ ja kasvattamalla prosessin virtausta. Lean käsitteenä syntyi Massachusetts Institute of Technologyn (MIT) tutkijaryhmän havainnoista TMC:n tuotantotavasta. TMC saavutti vähemmillä panoksilla paremman tuottavuuden ja laadun kuin muut alan yritykset, mistä muodostui käsite lean eli hoikka. (Kouri 2010, s. 7; Modig & Åhlström 2013, s. 78–79; Quality Knowhow Karjalainen 2014.)

Käsitteenä lean on hyvin laaja, joten tässä luvussa se esitellään vain niiltä osin, millä on suora yhtymäkohta tähän työhön. Leania voidaan käsitellä kolmella eri tasolla: filosofia, tuotantotapa ja menetelmät. Filosofia on perusta, jolle tuotantojärjestelmä rakentuu. Tuotantotapa soveltaa filosofiaa käytännössä ja menetelmät ovat työkaluja tuotannon toteuttamiseen. On tärkeää ymmärtää lean-ajatusmaailma ennen kuin tuotantotapaa ja menetelmiä sovelletaan.

### 2.5.1 Filosofia lean-tuotannon taustalla

Toyotan filosofian perusarvot ovat vuonna 2001 julkaistun yrityksen sisäiseen käyttöön tarkoitetun kirjoituksen ”The Toyota Way” mukaan jatkuva parantaminen ja ihmisten kunnioitus. Toyota haastaa jatkuvasti työntekijöitään kehittymään työssään, mikä johtaa jatkuvaan parantamiseen, josta käytetään termiä Kaizen (Modig & Åhlström 2013, s. 82). Tuotteita ja toimintoja parannetaan pienien kehitysaskelien kautta ja kehitystoiminnassa pääroolissa ovat työntekijät, sillä heillä on paras käsitys tuotteista ja toiminnoista. Myös johtaminen Toyotalla perustuu ymmärrykseen koko toiminnasta eli johdon on jalkauduttava tuotantoon (Wilson 2010, s. 176). Tätä periaatetta kutsutaan nimellä genchi genbutsu, suomeksi: mene ja näe. Sen mukaan asiat on todettava itse paikan päällä, jotta voi täysin ymmärtää tilanteen ja tehdä oikeita ratkaisuja (Liker 2004, s. 224–225).

Toyotan perusarvojen toiseksi osaksi on määritelty ihmisten kunnioittaminen sekä yrityksen sisällä että ulkopuolella. Se on Toyotalla lähtökohta kaikelle toiminnalle, sillä yhteisen päämäärän saavuttamiseksi vaaditaan ymmärrystä, hyväksyntää, vastuuntuntoa ja luottamusta (Toyota 2015). Siihen tarvitaan myös yhteistyötä eli tiedon jakamista muille, rohkaisua kehittymiseen sekä vastuunkantoa. Näin on mahdollista maksimoida sekä yksilön että tiimin suorituskyyky (Modig & Åhlström 2013, s. 82).

Kohdeyrityksen arvoiksi on määritelty asiakas, luottamus ihmisiin, jatkuva kehittyminen ja ympäristö. Arvona asiakas tarkoittaa luottamuksellisen suhteen luomista asiakkaaseen ja asiakaslähtöistä toimintaa, jossa asiakasta palvellaan laadukkaasti ja tuotetaan asiakkaalle tuotteita juuri heidän tarpeisiinsa. Luottamuksessa ihmisiin on kyse lupausten pitämisestä ja yhdessä luotujen tavoitteiden saavuttamisesta yhteistyönä. Arvona jatkuva kehittäminen on haasteisiin tarttumista, työn ja toiminnan kehittämistä sekä henkilöstön kehittämistä koulutuksella. Ympäristöllä arvona käsitetään globaalin liiketoiminnan näkökulmasta kulttuurien ja yhteiskunnan asettamien vaatimusten huomioiminen, ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen tuotteissa ja palveluissa sekä tuottavan ja jatkuvasti parantuvan työympäristön luominen. Näin ollen kohdeyrityksen asettamat arvot ovat samassa linjassa lean-filosofian kanssa.

Liker (2004, s. 71–78) kuvaa pitkän tähtäimen filosofian olevan lean-toimintatavassa perusta kaikille päätöksille. Päätöksiä voidaan tehdä lyhyen tähtäimen taloudellisten tavoitteiden kustannuksella, jos sillä saavutetaan pitkällä tähtäimellä lisäarvoa asiakkaalle sekä asiakkaan ja työntekijöiden arvostus. Esimerkiksi tappiollista tulosta ei korjata työntekijöiden irtisanomisella, sillä se ei ratkaise todellista ongelmaa eikä edistä henkilöstön sitoutumista. Sitoutunut henkilöstö on edellytys laadukkaalle toiminnalle. Pitkän tähtäimen ajattelulla saadaan sitoutettua sekä asiakaskuntaa että työvoimaa, minä seurauksena laatu paranee ja tuotetaan voittoa. Lean-toimintatavassa voiton tuottaminen ei ole kuitenkaan päätavoitteena, vaan se nähdään liiketoiminnan jatkamisen mahdollistajana, ja voitto investoidaan toiminnan ylläpitämiseen ja kehittämiseen.

Lean-toiminnan ylläpitämiseksi koko henkilöstön on ymmärrettävä ja hyväksyttävä sen taustalla oleva filosofia. Johdon on oltava sitoutunut ja toimittava roolimallina sekä opettajana. Lean-yrityksessä johtajia kasvatetaan yrityksen sisällä eikä palkata suoraan johtotehtäviin yrityksen ulkopuolelta, sillä yrityksen sisällä kasvanut johtaja ymmärtää yrityksen toimintaa lattiatasolta lähtien ja pystyy opettamaan sitä muille. Näin taataan kulttuurin ja päämäärän pysyvyys. Lean-toimintatapa on hyvin henkilöstö- ja asiakaslähtöistä. Liiketoimintaa harjoitetaan, jotta voidaan palvella asiakasta, yhteiskuntaa ja taloutta ja tuoda lisäarvoa niille. Tärkeimpänä tuotannontekijänä pidetään henkilöstöä, sillä sen avulla tuotetaan asiakkaalle arvoa ja kehitetään liiketoimintaa. (Liker 2004, s. 39, 71–78.)

## 2.5.2 Lean-toimintatapa ja työkalut

Lean-tuotantotavassa tuottavuuden parantaminen perustuu hukan poistamiseen. Hukka on tarpeetonta toimintaa, joka kuluttaa resursseja, mutta ei lisää tuotteen tai palvelun arvoa. Taiichi Ohno (1988, s. 19–20) listasi seitsemäksi hukan lajiksi ylituotannon, varastot, kuljetukset, ylimääräiset liikkeet, odotusajan, yliprosessoinnin ja viat. Ylituotannolla tarkoitetaan valmistusta yli todellisten tarpeiden, mikä aiheuttaa resurssien haaskausta sekä turhia varastoja. Varastoihin sitoutuu pääomaa ja ne vievät tilaa tuotannolta, minkä lisäksi varastot usein kätkevät tuotannon epätasapainoon ja alihankkijoiden toimitusvarmuuksiin liittyviä ongelmia. Turhia kuljetuksia aiheutuu keskeneräisten tuotteiden kuljetuksesta työvaiheelta toiseen sekä esimerkiksi materiaalien ja työvälineiden huonosta sijoittelusta, mistä voi seurata myös ylimääräisiä liikkeitä, kun välineitä joudutaan hakemaan kaukaa. Nämä ongelmat on mahdollista ratkaista hyvällä järjestelyllä ja layoutilla sekä varastoja pienentämällä. (Kouri 2010, s. 10–11; Liker 2004, s. 28–29.)

Tarpeettomasta kuljetuksesta voi seurata odottelua ja viivästyksiä tuotannossa, kun seuraava vaihe odottaa edelliseltä vaiheelta valmistuneen tuotteen saapumista paikalle. Automatisoidut koneet, materiaali puutteet ja laiterikot aiheuttavat myös odotusta. Odottelu kertoo tuotannon huonosta virtaavuudesta. Laatuvirheet eli vialliset tuotteet aiheuttavat materiaalin ja kapasiteetin hukkaamista sekä lisätyötä, kun viallisia osia joudutaan korjaamaan tai tekemään uudelleen. Vaikka laatu onkin lean-toiminnassa tärkeässä asemassa, ei ylikäsittely eli tarpeettoman laadukkaiden tuotteiden valmistus tuota lisäarvoa asiakkaalle. Ylikäsittelyä on myös tarpeettomien työvaiheiden suorittaminen sekä tehoton käsittely. (Kouri 2010, s. 10–11; Liker 2004, s. 28–29.)

Lisäarvoa tuottamattoman työn lisäksi hukkaa on ylikuormitus ja epätasaisuus. Nämä kolme hukan muotoa ovat sidoksissa toisiinsa esimerkiksi siten, että työn epätasaisuus aiheuttaa ylikuormitusta, josta seuraa arvoa tuottamatonta toimintaa kuten virheitä ja viivästyksiä. Epätasaisuus ja ylikuormitus voivat olla juurisyitä arvoa tuottamattomille toiminnoille, joten on tärkeää tunnistaa kaikki hukan muodot, jotta hukkaa voidaan poistaa pysyvästi. Jatkuvien parannusten edellytyksenä on, että prosessit standardoidaan ja vakautetaan. Kun työ suoritetaan joka kerta tekijästä riippumatta samalla tavalla, ha-

vaitaan työtavan vaikutus laatuun ja tuottavuuteen. Vaihtelua vähentämällä poikkeamisen havaitseminen helpottuu ja mahdollisuus niiden toistumiseen pienenee. Standardoinnin tarkoituksena on haastaa työntekijät kehittämään työtapojaan ja parantamaan siten laatua ja tuottavuutta. Standardoidut tehtävät eivät ole ylemmältä taholta annettuja määräyksiä, vaan työntekijät osallistuvat itse tehtävien kuvausten ja työohjeiden kirjoittamiseen. Työohjeissa määritellään työn sisältö riittävän täsmällisesti mutta kuitenkin pienen jouston sallivasti. Ohjeiden tulee olla lyhyitä, selkeitä, havainnollistavia ja helposti saatavilla. (Modig & Åhlström 2013, s. 142–144; Kouri 2010, s. 16–17; Liker 2004, s. 148; Womack 2006.)

Lean-filosofian mukaan laatua on mahdollista syntyä vain siisteissä ja organisoiduissa olosuhteissa. 5S on työkalu tällaisten olosuhteiden luomiseen ja ylläpitämiseen. 5S on visuaalisen ohjauksen työkalu, joka tekee ongelmat näkyviksi ja ylläpitää virtausta. Sen avulla luodaan turvallisempi ja tuottavampi ympäristö, josta on helpompi havaita ongelmat ja poikkeamat. Nimi 5S tulee japanin kielen sanoista seiri (lajittele), seiton (järjestä), seiso (puhdistaa ja huolla), seiketsu (vakiinnuta) ja shitsuke (ylläpidä), jotka luovat jatkuvan työympäristön parannusprosessin. Prosessi aloitetaan lajittelemalla kaikki työtilasta löytyvät välineet, materiaalit ja muut tarvikkeet niiden tarpeellisuuden ja käytön taajuuden mukaan. Usein käytettävät ja tarpeelliset esineet asetetaan mahdollisimman lähelle paikkaa, jossa niitä tarvitaan, jolloin vältetään turhia liikkeitä. Tarpeettomista esineistä hankkiudutaan eroon. Järjestyksen tavoitteena on helpottaa ja nopeuttaa työtä asettamalla työvälineet näkyville, mikä helpottaa myös poikkeamien havaitsemista. Työpisteen siisteydestä huolehditaan säännöllisesti ja siisteyteen liittyvät toiminnot vakiinnutetaan. Ylläpitämällä 5S-toimintaa pidetään sen avulla saavutetut hyödyt voimassa. (Kouri 2010, s. 26–27; Liker 2004, s. 150–152.)

Lean-toimintatavassa suositetaan yksinkertaisia ja systemaattisia ongelmanratkaisumenetelmiä. Tällainen on esimerkiksi 5 kertaa miksi –analyysi. Sen avulla etsitään juurisyitä esittämällä viisi miksi-kysymystä ongelmaan liittyen. Kouri (2010, s. 30–31) antaa tästä esimerkin, jossa tehtaassa lattialla on öljyä. Juurisyitä tälle voidaan analysoida seuraavilla kysymyksillä: Miksi öljyä on lattialla? Miksi koneesta vuotaa öljyä? Miksi tiiviste vuotaa? Miksi on asennettu väärän kokoinen tiiviste? Miksi varastossa ei ollut oikean kokoista tiivistettä? Tuloksena saadaan ongelman juurisyys, joka esitetyssä tapauksessa on varastonhallinta, sekä ratkaisu ongelmaan. Usein voidaan myös estää mahdollisten muiden samasta syystä aiheutuneiden ongelmien syntyminen. Menetelmän avulla voidaan keskittyä itse ongelmaan syyllisen etsimisen sijaan (Liker 2004, s. 135). Syyseuraussuhteita ja haasteiden juurisyitä voidaan tutkia kalanruoto- eli Ishikawa-kaavion avulla (Quality Knowhow Karjalainen 2007). Kaaviossa seuraukset on esitetty oikealla ikään kuin kalan päänä ja syyt lähtevät kalan ruotoina esimerkiksi kuvassa 5.1 esitetyn kuvan 22 havainnollistamalla tavalla. Poikkeaman syntymiseen vaikuttavia tekijöitä etsitään kuudesta kategoriasta, jotka ovat ihmiset, menetelmät, koneet, materiaalit, mittaus

ja ympäristö. Luvussa 5 on käytetty 5 kertaa miksi –analyysia sekä kalanruotokaaviota selvittämään kohdeyrityksen kokoonpanon haasteiden juurisyitä.

Value Stream Mapping (VSM) eli arvovirtakuvaus on prosessin mallintamistapa, jossa esitetään ne vaiheet, jotka tarvitaan tuotteen tai palvelun saamiseksi asiakkaalle. Valmistuksessa arvovirtakuvauksella tarkoitetaan prosessin virtausta tilauksen vastaanottamisesta valmiin tuotteen toimittamiseen. (Nash & Poling, 2008, s. 1.) Arvovirtakuvausten avulla voidaan visualisoida yrityksen toimintoja kolmen päävirran avulla, jotka ovat aika, informaatio ja tuotannon vaiheet. Informaatiovirta kertoo, mitä tehdään tai valmistetaan seuraavaksi. Informaatiovirtaa ovat esimerkiksi valmistuspyynnöt, hankintapyynnöt ja keräyspyynnöt. Arvovirtakuvaus auttaa näkemään kokonaisuuden kerralla ja kehittämään kokonaisuutta eikä vain yksittäisiä kohteita. Arvovirtakuvauksen tarkoituksena on tunnistaa hukkaa ja sen lähteitä ja toimia pohjana kehityssuunnitelmalle. Erityistä arvovirtakuvauksessa muihin prosessikuvauksiin nähden on, että se havainnollistaa informaatio- ja materiaalivirran välisen yhteyden samassa piirustuksessa. (Rother & Shook 2003, s. 4–7.)

Rother & Shook (2003, s. 7) huomauttavat, että organisaatiorakenne voi olla haaste arvovirralla, sillä organisaatiot on järjestetty usein osastojen ja toimintojen eikä virtauksen mukaan, jolloin prosesseille on olemassa vastuhenkilö, mutta ei koko arvovirtakokonaisuudelle. Organisaatiosta voi olla vaikeaa löytää henkilöä, joka tuntee tuotteen koko arvovirran eli sekä materiaali- että informaatiovirran kaikki prosessit ja niiden aikataulutuksen. Tästä johtuen arvovirtaa ei monesti kehitetä kokonaisuutena, vaan prosesseja optimoidaan erikseen. Jotta päästään eroon eristäytyneistä saarekkeista, tarvitaan henkilö, joka vastaa tuotteen arvovirrasta, ymmärtää sen ja kehittää sitä.

Arvovirtakuvaus aloitetaan kohdealueen eli tuotteen tai sen osan valinnalla ja tietojen keruulla. Tietoa kerätään valmistuksen vaiheajoista, tuotteen läpäisyajasta, prosessin vaiheista ja niiden välisestä materiaali- ja informaatiovirroista. Tiedon keruu tehdään mieluiten mittaamalla todellista tilannetta, mutta ensimmäistä nykytilaa varten karkea arvio riittää, sillä prosessit eivät ole vakiintuneita tässä vaiheessa (Rother & Shook 2003, s. 7). Kohdeyrityksessä vaiheajat ovat hyvin pitkiä, joten niitä ei senkään vuoksi mitattu käytännössä vaan käytettiin työntekijöiden antamia arvioita sekä ERP-järjestelmään tallennettua historiatietoa. Tuotannon prosessit ja informaatiovirta kuvataan, niin kuin ne todellisuudessa toteutuvat. Jotta prosessista saadaan todenmukainen kuva, on hyvä kävellä arvovirran läpi vastavirtaan lähettämöstä kokoonpanon ja osavalmistuksen kautta varastoon ja vastaanottoon. Tällöin havaitaan asian todellinen tila ja kohdat, joissa virtaus pysähtyy. Kerätyn tiedon perusteella piirretään arvovirtakuvaus, johon hahmotellaan kerätty data. Nykytilan kuvauksen pohjalta luodaan tavoitetila, josta piirretään tulevaisuudentilankuvaus, sekä luodaan suunnitelma tavoitetilaan pääsemiseksi. Kahdesta kohdeyrityksen laitteesta tehdyt nykytila- ja tavoitetilakuvaukset löytyvät luvusta 3.

### 2.5.3 Lean-suunnittelu

Gloaalien markkinoiden kova kilpailu, nopeutuneet teknologian kehityssykli sekä tuotteiden monimutkaistuminen automaation, elektroniikan ja ohjelmistojen osuuden kasvaessa aiheuttavat haasteita suunnittelulle. Markkinoiden laajentumisen seurauksena asiakkaat vaativat yhä yksilöllisempiä tuoteratkaisuja, mikä johtaa valmistavissa organisaatioissa tuotemuunnelmien lukumäärän lisääntymiseen ja sen hallintaan liittyviin haasteisiin. Tuotannossa tämä tarkoittaa volyymien laskua ja kustannusten nousua, kun siirrytään asiakasohjautuvaan yksittäistilaustuotantoon. Entistä lyhyemmässä ajassa pitäisi saada laadukkaita ja varioituja tuotteita asiakkaalle, mistä seuraa suunnitteluun suuret laatu- ja kustannuspaineet. Suunnittelun keino kustannustehokkuuden säilyttämiseen on pyrkiä standardoimaan määrättyjä osia tuotteesta, jolloin säilytetään luovuus, mutta säästetään tuotannon läpäisyajassa (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 27–29). Suunnittelun haasteet heijastuvat kokoonpanovaiheeseen enimmäkseen suunnittelupuutteiden kautta, ja niiden juurisyiden ymmärtämiseksi käsitellään tässä luvussa tarkemmin suunnittelutoimintoja ja -lähtökohtia.

Suunnitteluvaiheessa määräytyy noin 80 % tuotteen kustannuksista, joten suunnittelijoilta vaaditaan tarkkaa tietämystä eri valmistusmenetelmistä (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 29). Design for Manufacture and Assembly (DFMA) eli tuotettavuus on valmistettavuuden (DFM) ja kokoonpantavuuden (DFA) yhdistelmä. Valmistettavuus on tuotekehitysmenetelmä, jossa tuote suunnitellaan niin, että se on mahdollisimman yksinkertainen valmistaa ja valmistus voidaan toteuttaa tavoitteiden mukaisesti. Kokoonpantavuus keskittyy tuotteen kokoonpanotyön yksinkertaistamiseen. Kummankin menetelmän tavoitteena on laadukas ja kustannustehokas tuotanto. Tuotettavuudessa on kyse jalostavan työn helpottamisen lisäksi myös tuotteen ja tuotantojärjestelmän yhteensopivuudesta (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 13–14, 69; Lempiäinen & Savolainen 2003, s. 13). Kokoonpantavuudella on valmistettavuutta suurempi merkitys, sillä usein kokoonpano vaatii enemmän työvoimaa kuin valmistus. Lisäksi kokoonpantavuus vaikuttaa konstruktion osien lukumäärään, millä on suora vaikutus kustannuksiin. (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 69–70.)

Suunnittelun kehittäminen lean-menetelmin perustuu aivan samoihin menetelmiin kuin tuotannon kehittäminen eli prosessin yksinkertaistamiseen ja vaiheajan parantamiseen arvoa tuottamattomia toimintoja eli hukkaa poistamalla (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 186). Huhtalan & Pulkkinen (2009, s. 178–191) mukaan suunnittelutyössä kaikista merkittävistä hukasta laji on tiedon hukka. Tiedon hukkaa syntyy suunnitteluprosessin kaikissa eri vaiheissa. Sen lähteitä ovat hajonta, vastuun siirtäminen ja toiveikas ajattelu. Tiedon hajonnasta seuraa, että suunnittelussa joudutaan käyttämään paljon aikaa tiedon etsimiseen. Hajonta voi olla seurausta organisaation uudelleen järjestelystä tai liian suuresta työmäärästä. Vastuun siirtäminen aiheuttaa ongelmia, sillä tieto ei aina kulje vastuun siirron yhteydessä. Tällöin päätöksiä tekevillä henkilöillä ei ole riittävästi tietoa oikeanlaisen ratkaisun tekemiseen. Toiveikas ajattelu tarkoittaa esimerkiksi päätöksentekoa,

joka ei pohjautu faktatiedolle tai uskomusta, että annettu vajavainen tieto on riittävä halutun toiminnan suorittamiseen. Se on usein syynä projektien aikataulujen ja budjettien ylittymiseen.

Syynä tiedon virtauksen estymiselle voi olla fyysiset esteet, kuten etäisyys tai yhteensopimattomat tiedostoformaatit, sosiaaliset esteet, kuten yrityksen hierarkia ja johdon avointa kommunikaatiota estävä käyttäytyminen tai esteet osaamisessa, jos työntekijä ei esimerkiksi tunne tiedonhankintatapoja tai -lähteitä. Myös tiedonvälityskanavista voi aiheutua esteitä esimerkiksi kun tietoa välitetään paperilla, mistä voi seurata saman tiedon tuottaminen useaan kertaan tai tiedon myöhästyminen, jolloin tiedosta voi olla ristiiriitaisia kopioita. Lisäksi väärät kanavavalinnat, oikean keskustelukumppanin löytäminen ja aikataulujen yhteensovittaminen estävät tiedon virtausta. Suunnittelun tuottavuutta voidaan näin ollen parantaa vakioimalla sekä tuotteita että toimintatapoja ja vähentämällä tiedon hukkaa. (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 189.)

## 2.6 Henkilöstölähtöinen tuottavuuden kehitys

Työministeriön tutkimuksen mukaan yhteinen ominaisuus menestyville yrityksille on toimintatapojen jatkuva kehittäminen ja strateginen joustaminen, mikä mahdollistaa kilpailemisen muillakin tekijöillä kuin hinnalla (Kesti 2005, s.103). Näiden ominaisuuksien toteuttaminen vaatii organisaatorakenteen lisäksi henkilöstöltä paljon. Tutkimuksissa onkin todistettu, että organisaation kilpailukykyä on mahdollista parantaa kehittämällä henkilöstövoimavarojen tuottavuutta, mikä onnistuu henkilöstön työhyvinvoinnin, innovatiivisuuden ja sitoutumisen edistämisen kautta (Kesti 2014, s. 8–12).

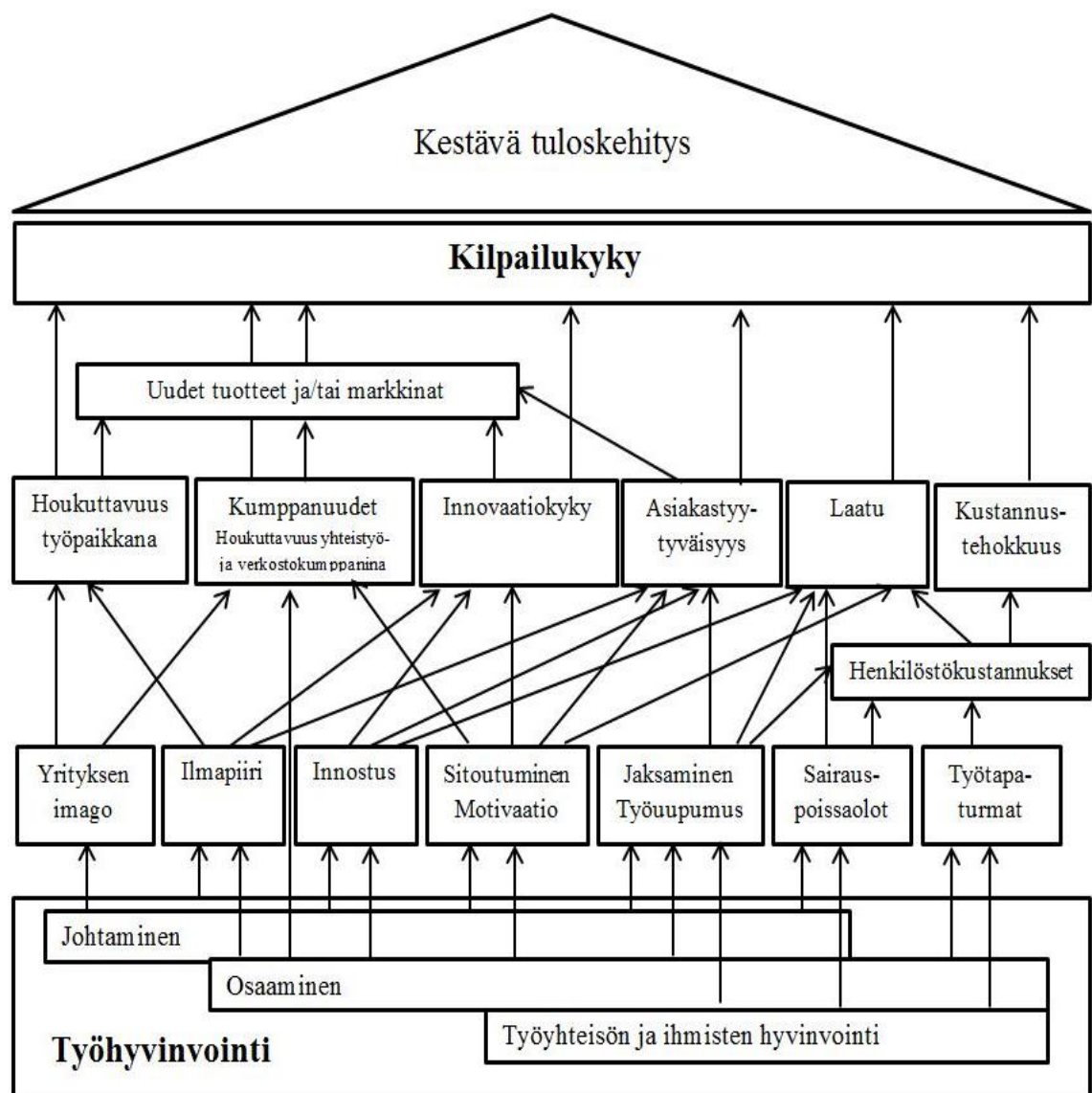
Ahonen & Ojala (2005, s. 22, 35, 92) esittävät, että työhyvinvoinnin vaikutus kilpailuetuun on korostunut teknologisen murroksen myötä, sillä huomattavasti lisääntyneessä tietotyössä kilpailukyvyn perustana on innovatiivisuus ja jatkuva oppiminen. Työhyvinvointi vaikuttaa merkittävästi myös yrityksen kustannustehokkuuteen ja siten kannattavuuteen ja sen puutetta voidaan pitää liiketoimintariskinä. Kilpailukyky saavutetaan henkilöpääomalla eikä vain perinteisillä kilpailukeinoilla kuten materiaalin ja energian tehokkaalla käytöllä ja koneiden korkealla käyttöasteella. Monilla teollisuudenaloilla on kuitenkin jäänyt huomaamatta tämän muutoksen vaatimat toimenpiteet työpaikoilla. Enää ei riitä että tuotantovälineet ovat kunnossa, vaan tarvitaan myös henkilöstön ylläpitoa.

Tutkimuksissa on todettu, että työhyvinvointiin tehty investointi voi tuottaa sijoitetun summan 10–20-kertaisena takaisin yritykselle. Summa muodostuu sairauspoissaolojen määrän vähenemisestä ja tuottavuuden kasvusta. Työhyvinvointi onkin Ahonen & Otalan (2005, s. 72) mukaan avainkeino kestävänsä tuloskehityksen luomiseen. Erityisesti kannattaa kiinnittää huomiota henkilöstön työssä jaksamiseen, ammattitaidon ylläpitoon, työilmapiiriin, johtamiseen ja esimiestyöhön sekä henkilöstökuluihin suhtautumi-



seen, sillä ne vaikuttavat monisyisesti yrityksen kilpailukykyyn (Ahonen & Ojala 2005, s. 93–96).

Ahonen & Ojalan (2005, s. 72–73) mukaan työhyvinvoinnin kehittämisen vaikutukset liiketalouteen muodostuvat monen tekijän yhteisvaikutuksesta. Välitön talousvaikutus saadaan toimenpiteillä, jotka vaikuttavat sairaus- ja tapaturmakuluihin, työajan tehokkuuteen käyttöön, yksilötuottavuuteen, työprosessiin ja kehitystoimintaan. Näistä toimenpiteistä seuraa välillisiä vaikutuksia liiketalouteen työn tuottavuuden ja laadun paranemisen sekä tuote- ja prosessi innovaatioiden kautta. Lopullinen talousvaikutus nähdään kilpailukykyyn ja kannattavuuden parantumisena. Kuvassa 8 on havainnollistettu, miten työhyvinvointi vaikuttaa kilpailukykyyn.



**Kuva 8.** Työhyvinvoinnin vaikutus kilpailukykyyn (Ahonen & Ojala 2005, s. 70)

Työhyvinvoinnin kehittämisellä kasvatetaan aineetonta varallisuutta eli varallisuutta, joka ei näy perinteisessä kirjanpidossa. Se käsittää inhimillisen pääoman eli ihmisen osaamisen, ammattitaidon, kokemuksen ja suorituskäyvyn; sisäiset rakenteet, kuten yrityksen kulttuuri ja johtaminen sekä ulkoiset rakenteet kuten asiakassuhteet, alihankkija-verkosto sekä yrityksen imago. Aineettomaan varallisuuteen sijoittaminen nähdään usein menoeränä eikä investointina toisin kuin esimerkiksi käyttöömaisuuteen sijoittaminen. Tuottavuutta yritetäänkin toisinaan parantaa vähentämällä henkilöstöresursseja, sillä sen uskotaan pienentävän menoja. Seurauksena on kuitenkin toimintakapasiteetin lasku tai muuttuvien kulujen lisääntyminen, kun kapasiteettivajetta korjataan ostopalveluilla. Henkilöstöresurssien vähentäminen edistää tuottavuutta vain silloin, jos resurssit ovat vajaakäytöllä. (Ahonen & Ojala 2005, s. 85–87; Kesti 2014, s. 13.)

Yrityksen tuottavuuteen ja kannattavuuteen vaikuttavat samat tekijät kuin henkilöstön jaksamiseenkin. Tuottavuutta parantavat osallistumis- ja vaikutusmahdollisuudet muutoksiin ja hankkeisiin sekä henkilöstön monitaitoisuus. Eniten sairauspoissaoloja on tutkimusten mukaan yksipuolista työtä tekeillä henkilöillä, jotka kokevat osallistumis- ja vaikutusmahdollisuutensa vähäisiksi ja joilta puuttuu työyhteisön tuki. Tutkimuksen mukaan esimiestyön ja ammatillisen osaamisen kehityksellä on havaittu olevan suurin talousvaikutus. Huonosta esimiestyöstä seuraa sairauspoissaolojen lisääntyminen, motivaation ja yhteisiin tavoitteisiin sitoutumisen heikentyminen, ja se vaikuttaa myös psyykkiseen terveyteen sekä osaamisen tasoon. (Ahonen & Ojala 2005, s. 74–75, 94.)

Työpaikan ilmapiirin parantaminen vaikuttaa myös positiivisesti yrityksen talouteen. Huono työilmapiiri ei edistä tiimityöskentelyä, innovatiivisuutta ja osaamisen jakamista. Se saa myös parhaat osaajat hakeutumaan muualle töihin, jolloin yrityksen imago heikkenee eikä houkuttele uusia osaajia. Tuottavuuden parantamiseksi yrityksen on kannattavaa panostaa koulutukseen, johdon esimiestaitojen kehitykseen sekä yhteistyötaitojen lisäämiseen. Tutkimusten mukaan noin kolmasosa sairauspoissaoloista on seurausta työpaikan huonosta ilmapiiristä (Ahonen & Ojala 2005, s. 74–75; Kesti 2005, s.103).

Sairauspoissaolot ovat keskimäärin 5 % yrityksen palkkakustannuksista, ja monella yrityksellä olisi Ahosen & Ojalan (2005, s. 50–52, 72–74) mukaan mahdollisuus parantaa tulostaan huomattavasti vähentämällä sairauspoissaoloista ja siten lisätä tuottavan työn määrää sekä pienentää kuluja. Yrityksille kalleimmiksi tulevat lyhyet 1–3 päivän sairauspoissaolot. Sairauspoissaolojen vähentäminen on tapahduttava työhyvinvointiin vaikuttavien toimenpiteiden tuloksena eikä esimerkiksi lisäämällä valvontaa tai motivoimalla taloudellisin kannustimin työpaikalla läsnäoloon, sillä se voi pitkällä tähtäimellä heikentää henkilöstön terveyttä ja siten tuottavuutta. Sairaus- ja tapaturmapoissaoloja voidaan vähentää muun muassa työympäristöä ja erityisesti turvallisuutta parantamalla sekä henkilöstön fyysistä kuntoa kohottamalla.

### 2.6.1 Hiljaiset signaalit

Hiljaiset signaalit ovat Kestin (2014, s. 109) mukaan tiedostamatonta tietoa, joka ohjaa henkilökohtaisia tilanne- ja asiasidonnaisia tuntemuksia ja toimintoja. Ne pohjautuvat hiljaiselle tiedolle, joka on vaikeasti perusteltavissa ja jaettavissa olevaa kokemusten ja perehtymisen kautta syntynyttä osaamista ja taitoa (Jyväskylän yliopisto 2015; Kesti 2005, s. 51). Hiljaiset signaalit sisältävät myös ajatuksen kehitystarpeesta. Hiljaiset signaalit ovat tunneperäisiä, kun taas tiedostettu osaaminen on järkiperaistä ja siten helpommin dokumentoitavissa. Järki- ja tunneperäiset tiedot vaikuttavat toisiinsa ja ovat molemmat tärkeitä toimintaamme ohjaavia tekijöitä. (Kesti 2005, s. 70.)

Hiljaisten signaalien mittaamisella kehitetään inhimillisiä menestystekijöitä etsimällä tasapainotila järki- ja tunnetekijöille. Inhimilliset menestystekijät ovat ihmisiin liittyviä tekijöitä, joilla on suuri merkitys organisaation tuottavuuteen. Niitä ovat esimerkiksi osaaminen, sitoutuminen, esimiestoiminta, sisäinen viestintä ja asiakastyytyväisyys. Toimintaa ohjaavia järki-tunnepareja on tunnistettavissa useita organisaation toiminnassa: ymmärrys – hyväksyntä, lisää määrää – kehittä laatua, oma osaaminen – mahdollisuudet hyödyntää, ohjeet ja opastus – soveltaminen käytäntöön, toimivuus – miellyttävyys tai ei edistä – vaikeuttaa. (Kesti 2005, s. 14, 51.)

Kesti (2005, s. 59) esittää, että strategian toteutumisen edellytyksenä on ymmärrys ja hyväksyntä, eli ymmärtääkö henkilöstö strategian ja jos ymmärtää, niin hyväksyvätkö he sen. Myös muutoksissa strategian ymmärtämisellä on suuri merkitys. Muutoksen ymmärtämiseen tarvitaan riittävästi tietoa ja aikaa sisäistää se, minkä jälkeen muutos voidaan hyväksyä. Hyväksyntä voi jäädä saavuttamatta, jos muutoksen ei uskota toteutuvan, siihen ei nähdä olevan riittävästi resursseja tai osaamista tai sitä ei pidetä tarpeellisenä. On erityisen tärkeää saada selville hyväksynnän puutteet, sillä silloin on mahdollisuus kehittää toimintaa niin, että tavoitteiden saavuttaminen on mahdollista. Ymmärrystä voidaan lisätä viestinnällä ja tiedotuksella. Hyväksyntä vaatii vuorovaikutusta ja mahdollisesti organisaation kehittämistä vastaamaan tarpeita.

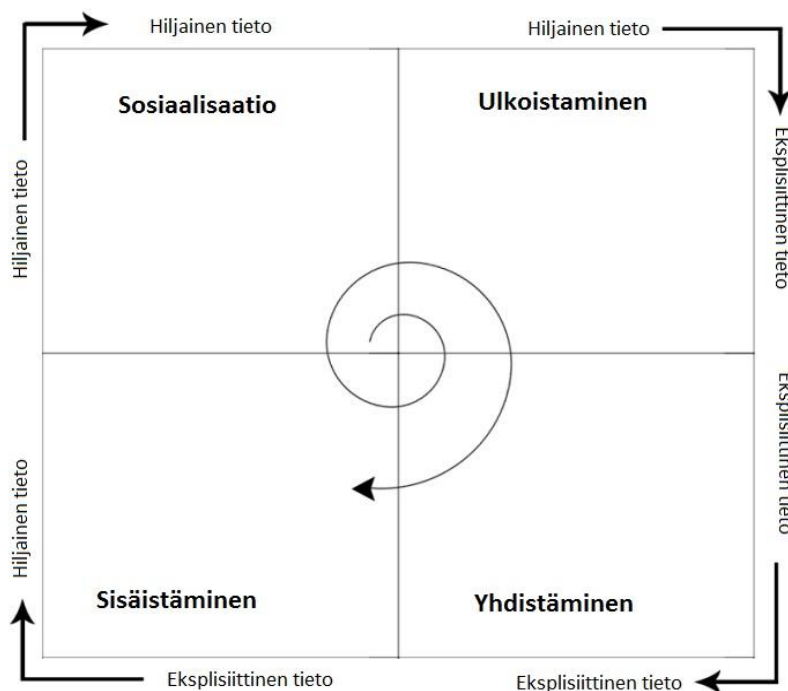
Määrä ja laatu ovat hyvin suuresti riippuvaisia toisistaan. Ne ovat tasapainossa, kun resursseja on riittävästi käytössä ja toiminta on laadukasta, mikä perustellaan usein tunnetasolla. Esimerkiksi esimies voi tukea alaisiaan riittävästi, mutta samaan aikaan työntekijät voivat kokea, että esimies ei edistä työssä jaksamista, jolloin määrän ollessa kunnossa laatua on kehitettävä. Riittävä osaaminen ja mahdollisuus hyödyntää sitä on organisaation kehittymisen edellytys. Jos yksilön osaaminen ei riitä täyttämään vaatimuksia, seuraa siitä ahdistumista ja stressiä, kun taas osaamisen ylittäessä vaatimustason on seurauksena turhautuminen. Työntekijöille on annettava mahdollisuus kehittyä työssään ja siten myös kehittää työmenetelmiä ja -tapoja sekä hyödyntää osaamistaan mahdollisimman hyvin. (Kesti 2005, s. 60–65.)

Ohjeita ja opastusta tarvitaan Kestin (2005, s. 66–69) mukaan ylläpitämään organisaation toimintaa, mutta pelkkä niiden olemassaolo ei riitä, vaan niiden on toteuduttava myös käytännössä, jotta organisaatio hyötyy niistä. Jotta organisaatio pystyy jatkuvaan parantamiseen, on sen pystyttävä kyseenalaistamaan toimintojaan ja luotava kehitystä edistävä kulttuuri. Hierarkkiset rakenteet ja byrokratia turhauttavat henkilöstöä ja tekevät sen voimattomaksi, jolloin organisaatio vaikeuttaa kehittymistä ja hyvinvoinnin edistämistä. Toisaalta organisaatiolla voi olla riittävät mahdollisuudet kehitystoimien toteuttamiseen, mutta ei valmiuksia, sovittuja tapoja tai aikaa, jolloin toimiin ei tartuta ja organisaatio ei edistä toimintaa. Esimerkiksi perehdyttäminen, työviihtyvyyden edistäminen ja henkilöstön koulutussuunnitelman luominen ovat asioita, joita organisaatioissa ei useinkaan edistetä riittävästi.

Kestin (2014, s. 105) kehittämä hiljaiset signaalit -mittaus on hyvin henkilöstölähtöinen. Siinä selvitetään henkilöstön mielipiteiden kautta kehitystarpeet niille asioille, joissa organisaation on onnistuttava strategian toteuttamiseksi. Henkilöstö suunnittelee ratkaisut kehitystarpeisiin sekä toteuttaa ne vaikutusmahdollisuuksiensa mukaan. Johdon tehtävänä on tukea sovittujen kehitystoimenpiteiden toteuttamisessa ja ottaa kantaa niihin asioihin, joihin henkilöstöllä ei ole valtuutta. Alla on esitelty mittauksen suoritustapa.

1. Tunnistetaan inhimilliset menestystekijät, jotka ovat organisaation menestymisen ja strategian toteuttamisen kannalta tärkeitä, esimerkiksi esimiestoiminta, sitoutuminen, toimintakulttuuri, osaaminen ja sisäinen kommunikaatio.
2. Etsitään inhimillisille tekijöille vaikuttavat toimintaa ohjaavat tekijät esimerkiksi ymmärrys-hyväksyntä tai määrä-laatu ja määritetään menestystekijän ominaisuudet.
3. Mitataan menestystekijöihin liittyvät hiljaiset signaalit eli toimintaa ohjaavat mielipiteet nimettömänä tehtävällä kyselyllä, jotta henkilöt voivat ilmaista niitä vapaasti ilman ympäristön paineita. Mittaus tehdään organisaatiossa mahdollisimman laajasti ja ryhmittäin, sillä organisaation eri ryhmillä on usein toisistaan poikkeavat kehittämistarpeet.
4. Havainnollistetaan mittaustulokset selkeästi tulkittavaan muotoon, jolloin toimintasuunnitelman luominen on helpompaa ja kohdistuu oikeaan asiaan.
5. Laaditaan mittaustuloksista koko organisaatiota koskeva tilannekatsaus, jolloin havaitaan koko organisaatiota koskevat yhteiset kehittämiskohteet ja nähdään myös, millä todennäköisyydellä tavoitteita ollaan saavuttamassa.
6. Laaditaan ryhmäkohtaiset tilannekatsaukset ja luodaan jokaisen ryhmän kanssa oma toimenpidesuunnitelma ja -ohjelma. Suunnitteluun osallistuvat kaikki ryhmän työntekijät, sillä muutoksen edellytyksenä on siinä mukana olevien henkilöiden osallistaminen.

Toimenpiteiden toteutuksessa syntyy uutta hiljaista tietoa uuden tekemisen kautta. Näin organisaatio kehittyy hiljaisten signaalien ohjaamana. Hiljaiset signaalit -kehitysmenetelmä toimii vastaavalla periaatteella kuin Nonakan ja Takeuchin kuvassa 9 esitetty tiedon luomisen prosessimalli. (Kesti 2005, s. 82–86)



**Kuva 9.** Nonakan ja Takeuchin osaamisen kehittämisen nelikenttä (Nonaka & Takeuchi 1995)

Hiljaisten signaalien mittaamisen etuna perinteisiin tapoihin nähden on Kestin (2005, s. 75–88) mukaan se, että menetelmällä mitataan kehittämistarvetta ja -suuntaa, eikä vain asian tilaa. Tällöin saadaan selville kehitettävien kohteiden lisäksi, miten niitä on kehitettävä. Kyselyn kautta henkilöstöllä on mahdollisuus kertoa mielipiteensä menestymiseen vaikuttavista asioista ja niiden tilasta, mikä on tärkeä tieto johdolle, jotta voidaan arvioida strategian toteutumista ja kehitystarpeita. Menetelmä ohjaa toimintaa keskittymään oikeaan asiaan sekä auttaa johtoa oikeiden päätösten tekemisessä. Se myös osallistaa henkilöstöä kehittämään toimintaa. Mittaamalla hiljaisia signaaleja on mahdollisuus kehittää organisaation tuottavuutta henkilöstön potentiaalin selvittämisen kautta, ja ohjaamalla potentiaalia oikein voidaan parantaa kompetenssia. Usein alhainen tuottavuus johtuu huonosti hallituista inhimillisistä voimavaroista ja organisaation heikosta toimivuudesta.

Jotta henkilöstövoimavaroja voidaan käyttää kilpailuetuna, edellyttää se Kestin (2013) mukaan seuraavia asioita:

1. Työn perusedellytysten, kuten työsuhteasioiden, on oltava kunnossa.
2. Henkilöstöä on tuettava positiivisesti ja kannustavasti.
3. Henkilöstön osallistamista on kehitettävä jatkuvasti.

Niiden toteuttaminen vaatii hyvää johtamista etenkin lähiesimiehiltä sekä työyhteisön ryhmähenkeä. Työntekijöiden perustyn arvostaminen ja työyhteisötason kehittäminen ja sen tukeminen ovat myös tärkeitä tekijöitä, kun tavoitellaan henkilöstölähtöistä tuottavuutta.

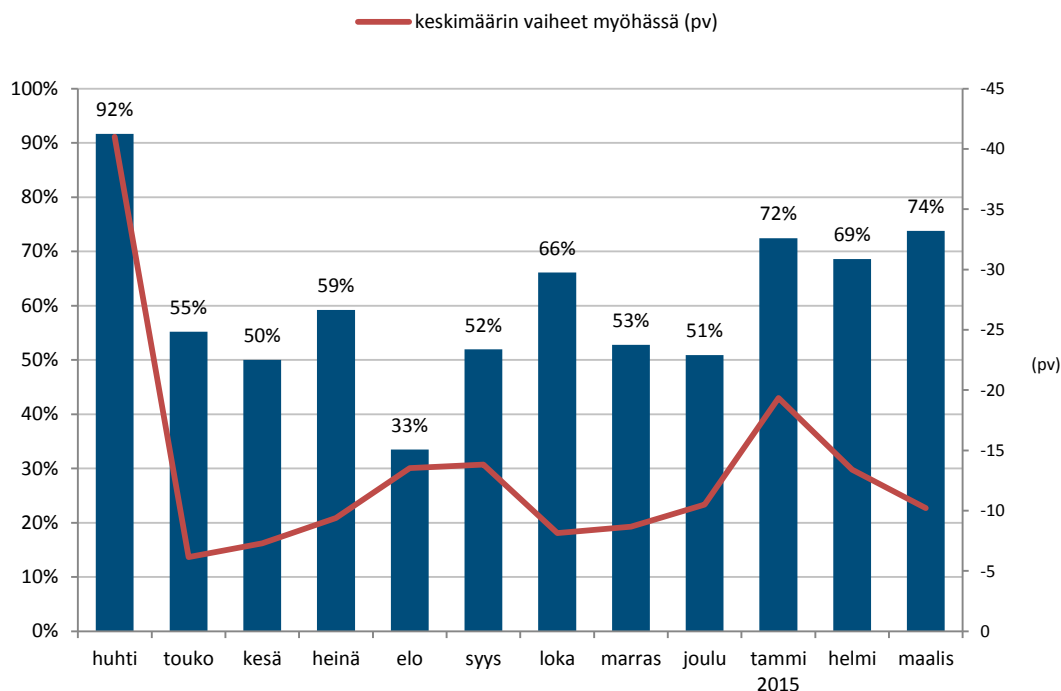
### 3. KOHDEYRITYKSEN NYKYTILA

Kohdeyrityksen tilauskanta on kasvanut vahvasti viime aikoina, ja yritys palkkaa jatkuvasti lisää henkilöstöä. Yritys on laajentanut kansainvälistä toimintaansa ja myyntiverkosto on maailmanlaajuinen. Yksiköitä on yhdeksässä eri maassa. Liiketoiminnan volyymi vaihtelee vuosittain, sillä asiakasteollisuuksien investointikysyntä muuttuu toistuvasti. Lisäksi markkinoilla tapahtuneet muutokset vaativat toiminnan muuttamista nopeasyklisemmäksi, jolloin haasteena on kohdeyrityksen toimintojen ja tuotannon joustaminen siihen. Teknologisen murroksen seurauksena muutokset liiketoimintaympäristössä ovat tapahtuneet nopeammin kuin kohdeyrityksen toiminnan kehitys on siihen pystynyt vastaamaan.

Globalisaatiosta ja liiketoimintaympäristöstä seuraaviin haasteisiin on kohdeyrityksessä pyritty vastaamaan muutos- ja kehityshankkeilla. Syksyllä 2012 aloitettiin toimintakulttuurinmuutosprojekti, jonka tavoitteena oli asiakastytyvyyden parantaminen, laatu-kustannusten puolittaminen sekä viestinnän, esimiestyön ja työyhteisötaitojen kehittäminen. Kaikkia tavoitteita ei täysin saavutettu, mutta projektin avulla saatiin nostettua laaduntarkkailun tasoa, parannettua tiedonkulkua sekä muutettua palautekulttuuria avoimemmaksi ja madallettua kynnystä palautteen antamiselle, mistä todisteena on tuotepalautejärjestelmän aktiivinen käyttö. Projektin avulla ilmapiiri muuttui myönteisemmäksi kehitysehdotuksille ja vahvasti uskoa toiminnan parantumiselle. Lisäksi projektin kautta kohdeyrityksen johtoryhmä sai yrityksen ja henkilöstön tilasta informaatiota, jota ei muuten olisi saatu selville. Toimintakulttuurinmuutosprojekti loi hyvän lähtökohdan uusille kehityshankkeille.

Vuoden 2015 strategiseksi tavoitteeksi on asetettu laadukkaat toimitukset, mikä sisältää laadun, tuottavuuden ja turvallisuuden parantamisen. Tavoitteena on, että pystytään vastaamaan asiakkaiden vaatimuksiin, mikä edellyttää tuotannolta ketteryyttä eli joustavuutta ja nopeutta. Nykyinen tuotantojärjestelmä ei täysin pysty vastaamaan markkinoiden asettamiin haasteisiin, jotka kohdeyrityksessä ovat lyhyet toimitusajat, asiakaskohdaisesti räätälöidyt tuotteet ja kysynnän vaihtelu, sillä funktionaalinen toimintatapa muuttuu hitaasti vaihtelevaan kuormitukseen. Tämä näkyy valmistuksen aikatauluonnistumisessa, jota on havainnollistettu kuvissa 10–12 hitsauksen, koneistuksen ja kokoonpanon osalta vuoden 2014 huhtikuusta vuoden 2015 maaliskuuhun. Vuonna 2014 suurin kuorma oli osavalmistuksessa kesäkuukausina ja kokoonpanossa syksyllä. Kuvaajissa 10–12 palkit osoittavat, kuinka monta prosenttia työn vaiheista on valmistunut aikataulussa ja käyrä kertoo, kuinka monta päivää vaiheet ovat keskimäärin jääneet aikataulusta.

### Hitsaus, Valmistuneista vaiheista aikataulussa [%]

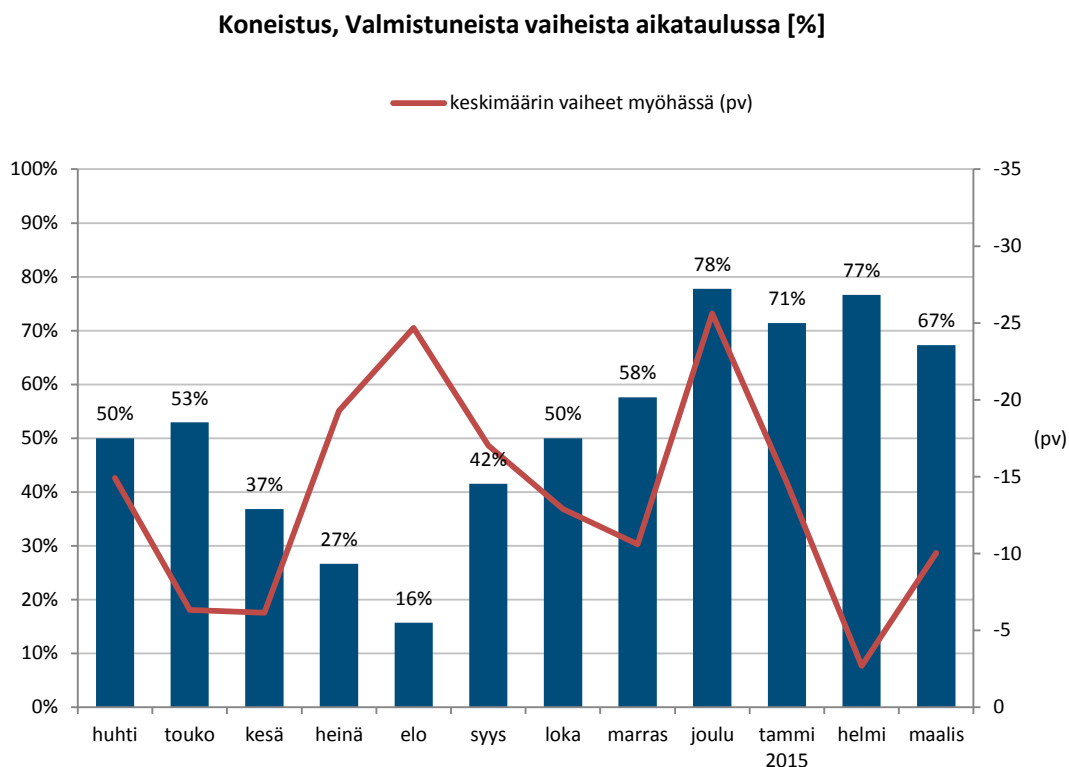


**Kuva 10.** Hitsauksen aikatauluonnistuminen

Hitsaus on valmistusketjun ensimmäisiä vaiheita, ja sitä edeltää useimmiten vain esikäsittely. Työt on ajoitettu siten, että työlle annetaan aloitus- ja lopetuspäivämäärät, joiden sisällä työ tulee suorittaa. Jos töitä on enemmän kuin kapasiteettia, jäädään väistämättä jälkeen aikataulusta. Myöhässä olevaa aikataulua on vaikea korjata, ellei työmäärä pienene. Heinäkuun alusta syyskuun loppuun levytyön ja hitsauksen kuorma oli suurin ja ylitti kapasiteetin viikoittain keskimäärin 80 tunnilla eli kahdella miestyöviikolla. Suurimmat kapasiteetin ylitykset osuivat elokuulle, mikä näkyy hitsauksen vuoden heikoimpana aikatauluonnistumisena. Lokakuussa kapasiteettia oli työmäärään nähden riittävästi, mutta marras-joulukuussa kuorman kasvaessa syntyi taas jättämää. Touko-kesäkuun heikolle aikataulussa pysymiselle sen sijaan ei löydy selitystä kuormituksen ja kapasiteetin suhteesta, sillä kapasiteettia oli reilusti kuormaan nähden, ja huhtikuun hyvä tulos kertoo, ettei jättämä ole seurausta edelliskuukauden vaiheiden myöhästymisestä. Syyt voivat olla mahdollisesti materiaalin toimitusvarmuudessa, suunnittelupuutteissa, osaamisessa tai motivaatiossa.

Kuvassa 11 on esitetty koneistuksen aikatauluonnistuminen huhtikuusta 2014 maaliskuuhun 2015. Koneistus käsittää tässä tapauksessa porauksen, sorvauksen, jyrsinnän ja hionnan. Koneistusta edeltävät vaiheet ovat kyseessä olevilla koneilla lähinnä muita koneistusvaiheita tai vain aihion valmistelu. Jyrsintää voi edeltää myös levytyö, hitsaus ja maalaus. Heinäkuussa kuormitus ylitti kapasiteetin noin 300 tunnilla viikossa, kun koneistuksen yhteiskapasiteetti kyseisillä koneilla on viikossa noin 800 tuntia. Heinä-

kuun suuri kuorma ja jo aiemmin syntynyt jättämä heijastuvat elokuun alhaiseen aika-  
tauluonnistumiseen. Suuri notkahdus toimitusvarmuudessa kesä–elokuussa on seurausta  
suuren työmäärän lisäksi kesälomista. Heinäkuussa kapasiteetista oli käytössä vain noin  
puolet ja täyteen kapasiteettiin päästiin vasta syyskuulla. Syksyn jättämä ei ole enää  
kapasiteettivajeesta johtuvaa, vaan on seurausta jättämän kiinniotosta sekä muiden vai-  
heiden toimitusvarmuudesta. Muita mahdollisia syitä voivat olla esimerkiksi osaaminen,  
sillä syksyllä palkattiin paljon uusia koneistajia.



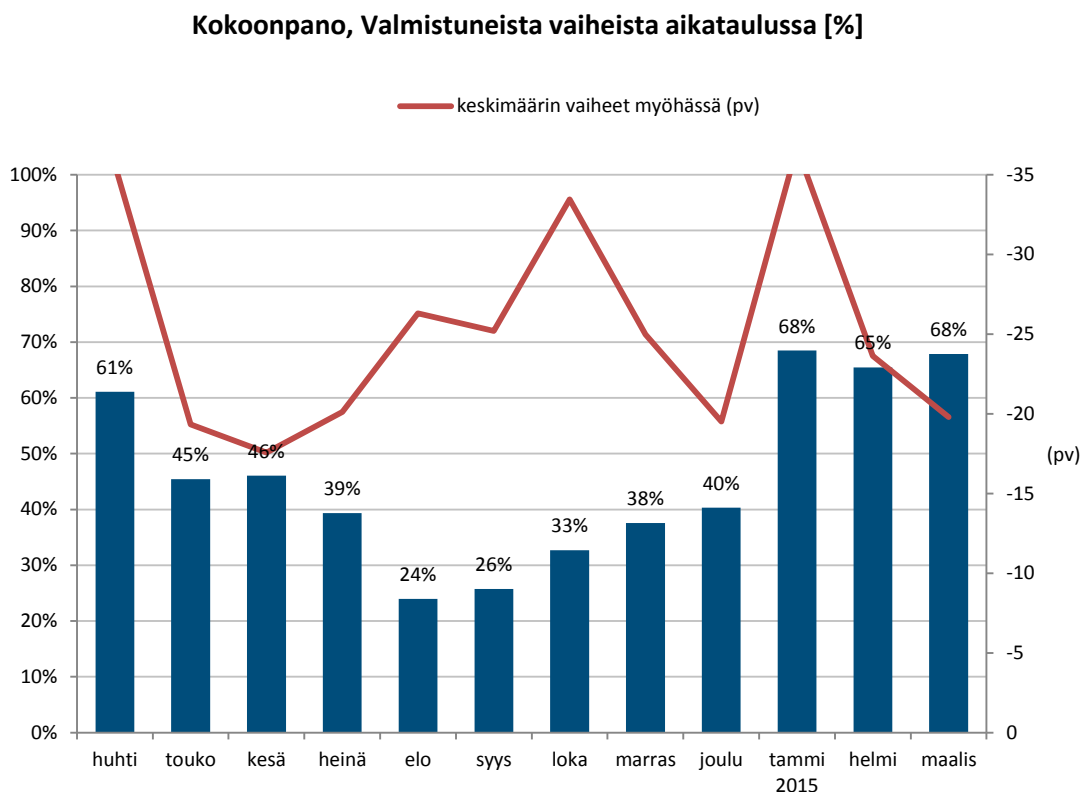
**Kuva 11. Koneistuksen aikatauluonnistuminen**

Kuormituksen kasvulla oli tuotantoketjun osalta suurin vaikutus raskaaseen koneistukseen. Kesä–marraskuussa raskaista koneistuksista keskimäärin vain 26 % valmistui ajallaan ja loput toimitettiin 10–35 päivää myöhässä. Heikko aikatauluonnistuminen selittyy kesälomien aiheuttaman kapasiteettivajeen ohella raskaan koneistuksen joustamattomuudella. Työvaiheet ovat pitkiä, ja ainoa mahdollisuus lyhentää niitä on asetusajan minimoiminen.

Kuvasta 12 käy ilmi kokoonpanon aikatauluonnistuminen. Kokoonpanolla käsitetään tässä laitteen 8161 kaltaisten laitteiden kokoonpano. Kokoonpano on tuotantoketjun viimeinen valmistava vaihe, joten sen aikataulussa pysyminen riippuu suuresti edeltävien osavalmistuvaiheiden aikatauluonnistumisesta. Kuten kuvista 10 ja 11 havaittiin, oli kokoonpanoa edeltävistä vaiheista noin puolet useamman päivän myöhässä, minkä seurauksena kokoonpanolla oli haasteita pysyä aikataulussa. Sen lisäksi kesälomat sekä poikkeuksellisen suuri työmäärä muissa kokoonpanoa edeltävissä prosesseissa, kuten



hankinnassa ja varastossa, johtivat kokoonpanon alhaisiin lukemiin. Kesälomakuukausien aikana tullut jättämä oli haasteellista saada kiinni, minkä seurauksena syksylläkin oli yhä jättämää, vaikka kapasiteetti olisi riittänyt kattamaan kuorman.

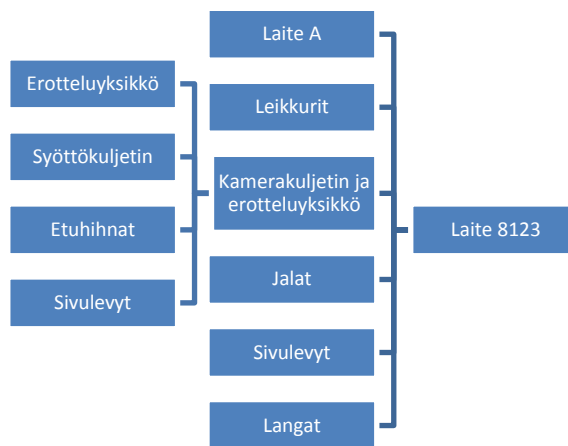


**Kuva 12.** Kokoonpanon aikatauluonnistuminen

Kuvien 10–12 perusteella voidaan todeta, että kohdeyrityksen tuotanto ei pysty vastaamaan suuriin työmäärän muutoksiin. Kapasiteetin ylittävä kuorma oli tiedossa tuotannon suunnittelussa sekä valmistussuunnittelussa, mutta siihen ei osattu reagoida oikealla tavalla. Tuotantoa alettiin siirtämään alihankintaan liian myöhäisessä vaiheessa, eikä tuotannon kapasiteettia pystytty nostamaan riittävästi. Toisaalta kuormaa ennustetaan hyvin karkealla tasolla, jolloin on haastavaa onnistua täysin vastaamaan kuorman muutoksiin. Esimerkiksi koneistusta käsitellään yhtenä kokonaisuutena eikä erityyppisille koneille tulevaa kuormaa erotella. Tällöin ennuste saattaa näyttää siltä, että kapasiteettia on riittävästi työmäärään nähden, vaikka tietyn koneen kohdalla kuorma voi ylittää kapasiteetin huomattavasti, kun taas toisella koneella on kapasiteettia vapaana. Todellinen tilanne selviää usein liian myöhäisessä vaiheessa, jolloin työ on teetettävä kiireellä alihankinnassa.

### 3.1 Nykytilan arvovirtakuvaus laitteiden 8123 ja 8161 valmistusprosesseille

Arvovirtakuvaus kuvaa prosessin vaiheet asiakkaan tilauksesta valmiiseen tuotteeseen. Se havainnollistaa valmistuksen vaiheet ja niiden väliset yhteydet, materiaali- ja informaatiovirrat, varastot, asiakkaat ja toimittajat. Arvovirtakuvaus tehtiin kohdeyrityksen kahdesta hyvin erilaisesta tuotteesta. Laite 8123 koostuu enimmäkseen pienistä alihankintaosista ja komponenteista, kun taas laitteessa 8161 on paljon raskaita koneistettavia teräsrakenteita, hydraulikkaa sekä tarkasti toleroituja karoja, rullia ja johteita. Näissä kahdessa laitteessa havainnollistuvat hyvin kokoonpanon häiriön lähteet. Suunnittelu- ja laadun lisäksi kumpaankin laitteeseen vaikuttaa suuresti osien ja komponenttien toimitusvarmuus ja laitteeseen 8161 myös sisäinen toimitusvarmuus. Laitteiden rakenteet on havainnollistettu kuvissa 13 ja 16.

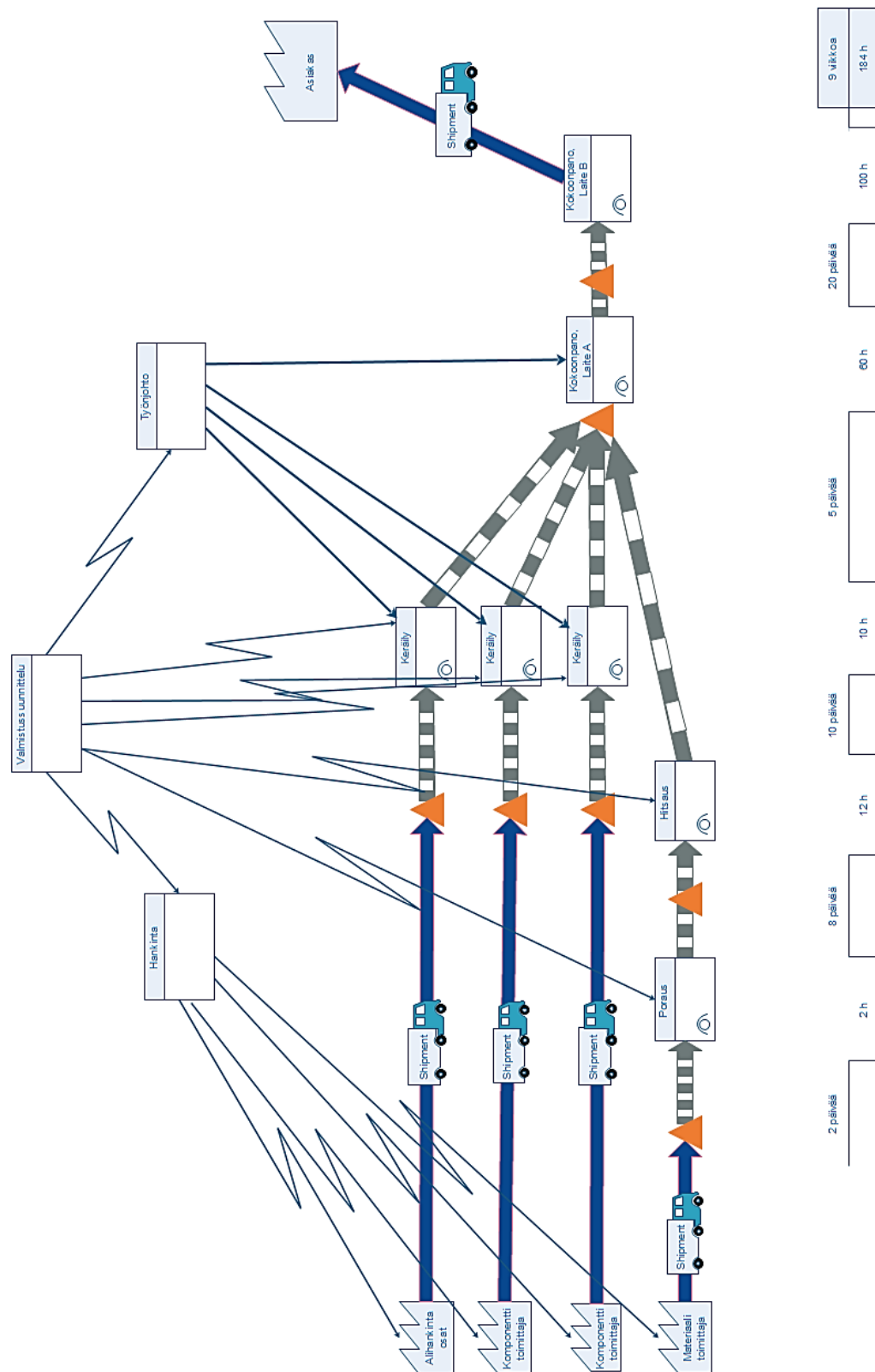


**Kuva 13.** Laitteen 8123 rakenne

Laitteelle 8123 tehtiin luvussa 1.2 kuvattu työnseurantatutkimus eli asentajia pyydettiin kirjaamaan ylös kokoonpanon aikana havaitut häiriöt ja tilannetta seurattiin päivittäin. Arvovirtakuvauksessa käytettiin hyödyksi seurannan aikana tehtyjä havaintoja sekä asentajien tietoja. Valmistukseen kuluvat ajat ovat asentajien arvioita tai toiminnanohjausjärjestelmän valmistushistoriatietojen pohjalta tehtyjä estimaatteja. Koska laitteen 8123 valmistusrakenne on hyvin kompleksinen, tehtiin ensin arvovirtakuvaus laitteen 8123 osakokoonpanosta A, joka on esitetty kuvassa 14.

Kuvasta 14 huomataan, että vaiheita on hyvin vähän ja laitteen läpäisy aika koostuu enimmäkseen kokoonpanoon kuluvasta ajasta. Laitteessa A on noin 800 alihankintaosaa, jotka ovat enimmäkseen pieniä hitsattuja ja koneistettuja kappaleita tai polttoleikattuja ja taivutettuja levyjä. Ostokomponentteja on noin 500 kappaletta ja niiden lisäksi laitteeseen kuuluu lähes 400 varastokomponenttia sekä kiinnitystarvikkeita. Laitteen A alihankintaosat tulevat 10 eri toimittajalta, ja komponenttitoimittajia on yhteensä 15. Omasta tuotannosta laitteeseen A valmistetaan vain neljä putkea, joihin porataan reiät ja hitsataan muhvit. Laitteen A kokoonpanon sujuvuus on riippuvainen kom-

ponenttien ja osien toimitusajoista ja -varmuudesta, varaston toimivuudesta sekä piirustusten laadusta. Kuvasta 15 nähdään laitteen A sijoittuminen tuotteen 8123 arvovirtaan.



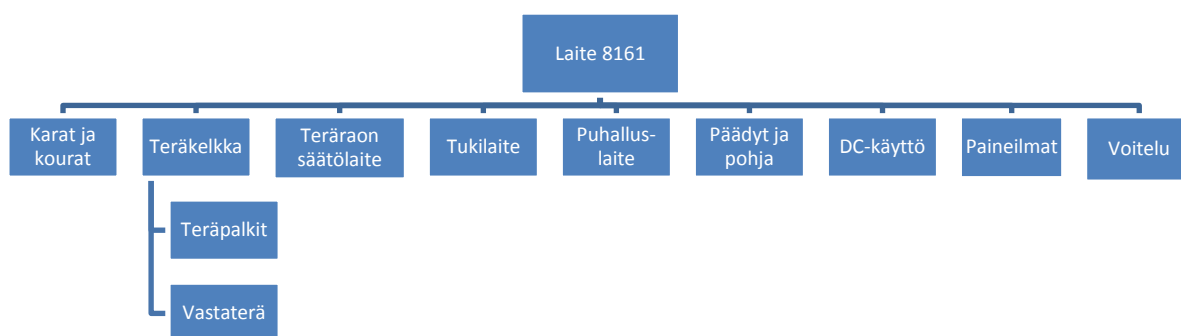
**Kuva 14.** Laitteen A arvovirtakuvaus. Laite A on laitteen 8123 osakokoonpano.



tevät asiakkaalle käyttöönotettavaan tilattua tuotetta. Laitteen 8123 valmistuminen hidastuu huomattavasti, kun asentajien määrä vähenee, koska tällöin osakokoonpanot eivät etene. Laitteen 8123 kokoonpanossa hukkaa syntyy, kun liian suurta kokonaisuutta yritetään hallita kerralla. Selkeällä työjärjestyksellä materiaalin hallitseminen ja tarvittavien asentajien määrän arviointi helpottuisi, mikä lisää työn tuottavuutta.

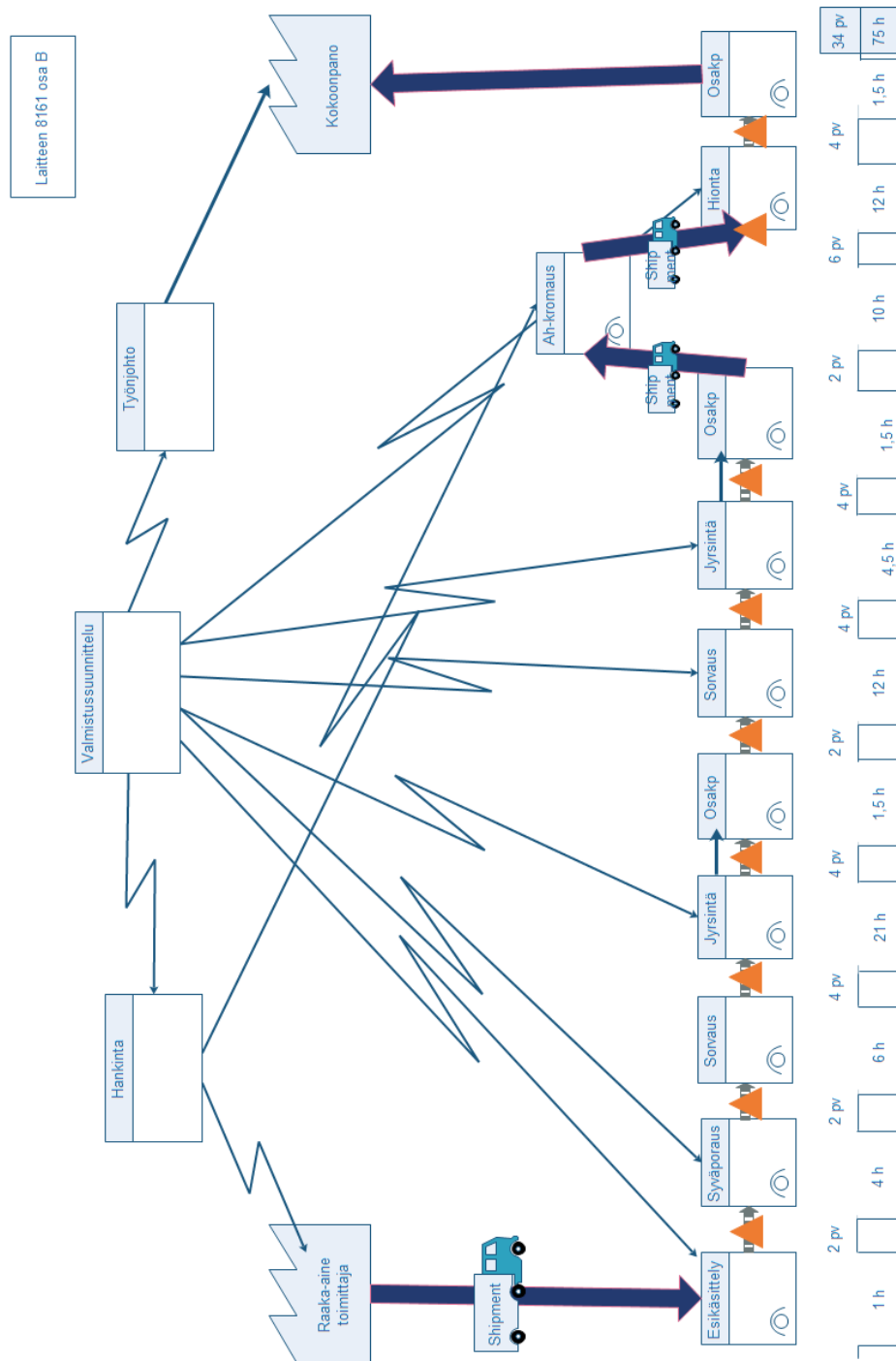
Laitteen 8123 kohdalla osavalmistusta on vähän ja vaiheketjut ovat lyhyitä. Osat kuitenkin kulkevat samojen resurssien kautta, kuin muihinkin laitteisiin valmistettavat osat, jolloin resurssit ruuhkautuvat ja läpäisy aika kasvaa samoin kuin keskeneräisen tuotannon määrä. Standardoimalla kokoonpanon työjärjestys ja virtauttamalla osavalmistuksen vaiheet laitteen 8123 läpäisy aika voidaan lyhentää. Standardityöjärjestys selkeyttää kokoonpanon toimintaa sekä määrittelee tarkat tarveajat osille ja komponenteille. Tällä hetkellä kaikki osat ja komponentit tilataan osakokoonpanojen alkuun, jolloin varastojen määrä kasvaa ja komponenttien löytäminen hankaloituu suuresta määrästä johtuen. Standardoitu työjärjestys auttaa myös havaitsemaan helpommin poikkeamat, kuten osapuutteet. Nyt ne ikään kuin häviävät tavaran paljouteen ja puutteet huomataan vasta, kun osaa tai komponenttia tarvitaan. Luvussa 3.2 on kuvattu laitteelle 8123 tulevaisuudentila, johon edellä mainitut kehitystoimenpiteet on hahmoteltu.

Laitetta 8161 tutkittiin arvovirtakuvauksen ja työntekijöiden kommenttien pohjalta. Arvovirtakuvauksen tekemisessä käytettiin hyödyksi asentajien kokemusta sekä tuoterakennetta ja suunniteltua hienokuormitusta. Valmistukseen kuluvat ajat ovat asentajien arvioita tai ERP-järjestelmän valmistushistoriatietojen pohjalta tehtyjä estimaatteja. Laitteessa 8161 on paljon koneistettavia teräsrakenteita, hydraulikkaa sekä tarkasti toimitettuja karoja, rullia ja johteita. Laitteen 8161 rakenne on käy ilmi kuvasta 16.



**Kuva 16.** Laitteen 8161 rakenne

Suurin osa laitteen 8161 osavalmistuksesta tehdään omassa tuotannossa. Koneistettavia ja hitsattavia pienosia tulee alihankinnasta kahdelta eri toimittajalta pari kymmentä kappaletta. Laitteessa on noin 100 ostokomponenttia ja varastokomponentteja muutamia satoja. Laitteen 8161 sujuva kokoonpano edellyttää hyvää sisäistä että ulkoista toimitusvarmuutta. Kuvassa 17 on esitetty laitteen 8161 osan B arvovirtakuvaus. Osa B on koneistettava rulla, jonka valmistus vaatii useita työvaiheita.



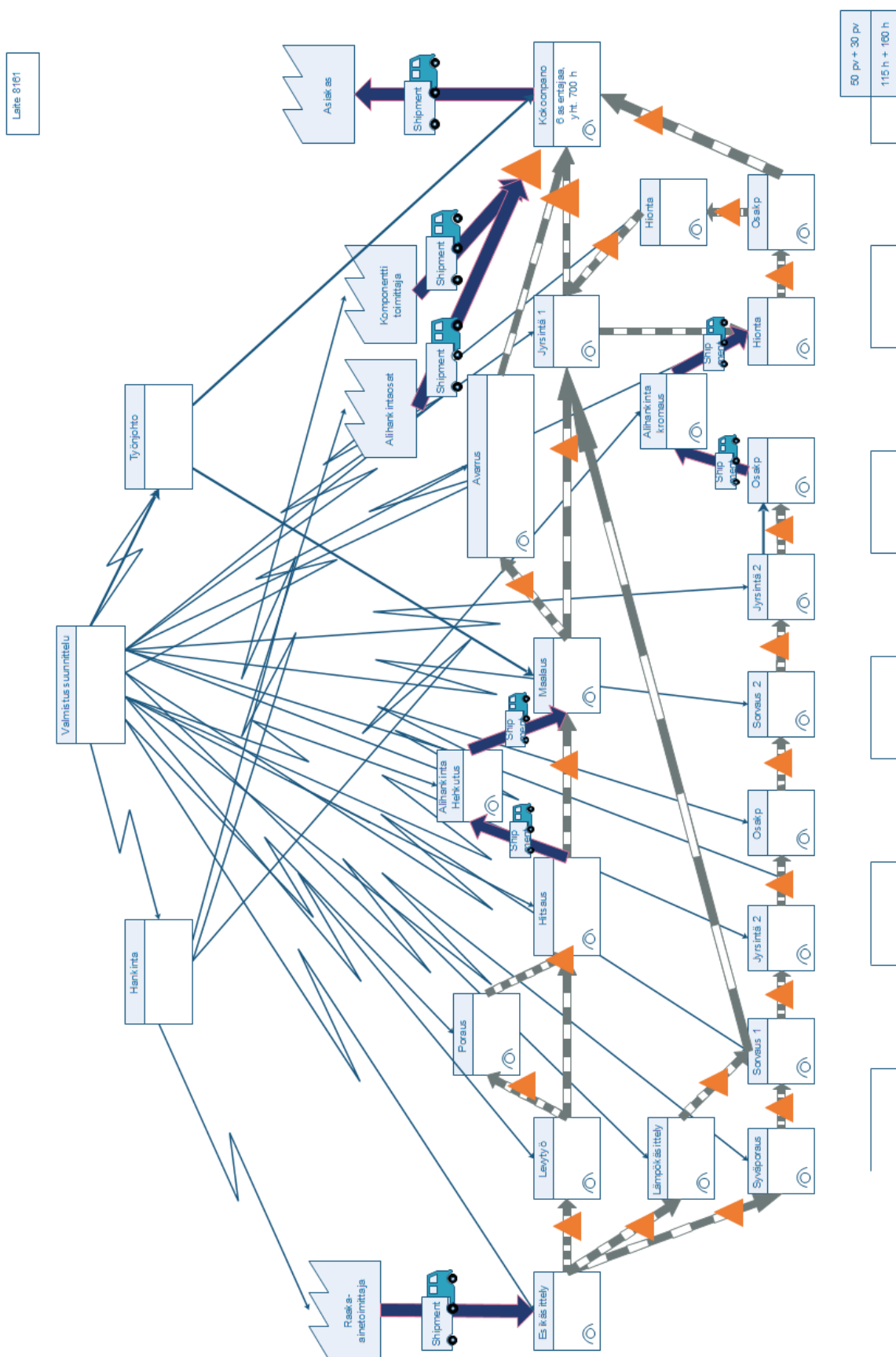
**Kuva 17.** Laitteen 8161 osan B arvovirtakuvaus

Kuvasta 17 havaitaan, että useat peräkkäiset työvaiheet kasvattavat huomattavasti tuotteen läpäisyaikaa. Osan B jaksoaika eli jalostaviin vaiheisiin kuluva aika on 75 tuntia, mikä on vain reilu neljännes tuotteen läpäisyajasta. Suurin osa tuotteen valmistukseen käytetystä ajasta on hukkaa, kuten siirtoja ja odottelua. Siirtoja varten on varattu vaiheiden välille päivä aikaa, mikä pidentää tuotteen B läpäisyaikaa kymmenellä päivällä. Useat peräkkäiset työvaiheet kasvattavat myös keskeneräisen tuotannon määrää ja teke-

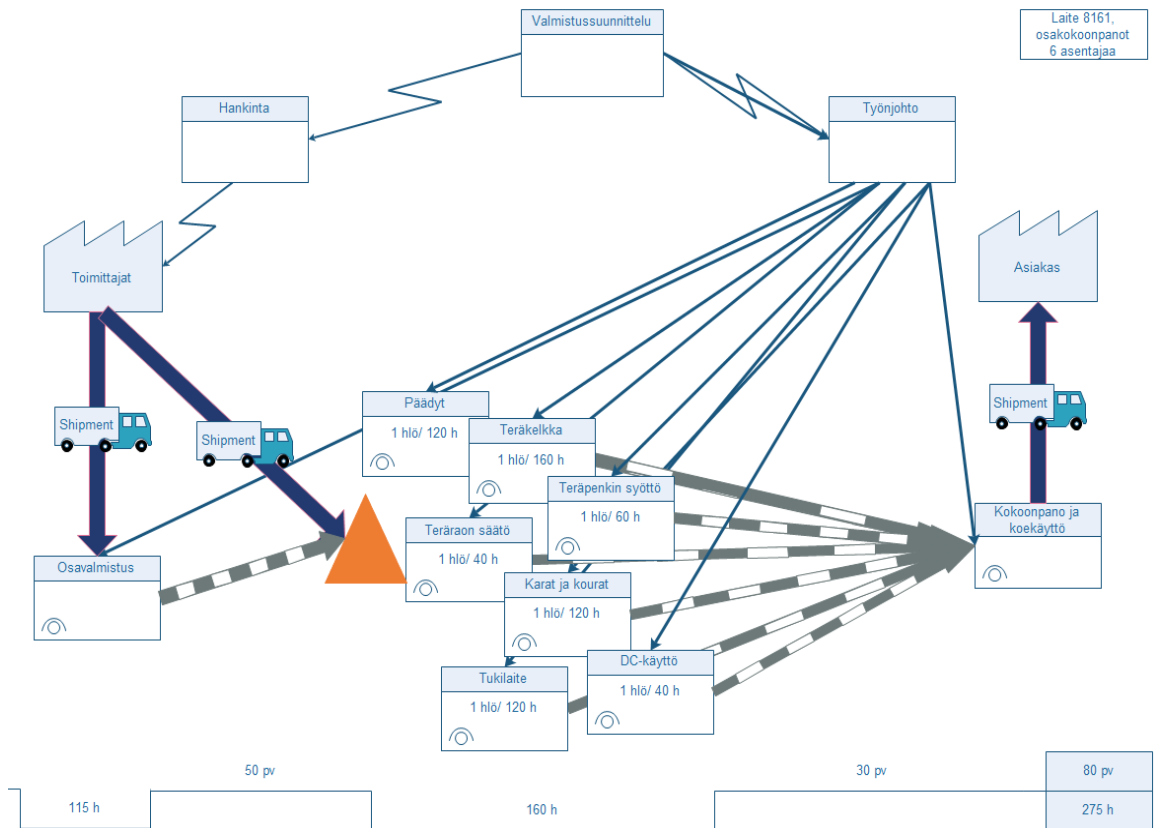
vät tuotannon ohjauksesta raskaan, kun jokaista vaihetta ohjataan erikseen. Tällaisiin tapauksiin sopiva vaihtoehto on tuotantosolu, jossa suoritetaan kaikki työvaiheet esikäsittelyä, syväporausta ja kromausta lukuun ottamatta. Esikäsittely tarkoittaa kyseisessä tapauksessa aihion katkaisua ja se toimii solujen yhteisenä resurssina maalauksen tapaan. Syväporausta jätetään solun ulkopuolelle, sillä sitä ei ole mahdollista siirtää soluun koneen koosta johtuen. Vaikka alihankinnassa teetetty kromaus vie suuren osan tuotteen läpäisyajasta, ei sen siirtämistä kohdeyrityksen toiminnoksi harkita kannattamattomuudesta johtuen. Osan B tulevaisuudentilankuvaus on esitetty luvussa 3.2 ja siinä on havainnollistettu tuotantosolulla saavutettavissa olevat hyödyt.

Osan B sijoittuminen tuotteen 8161 arvovirtaan nähdään kuvassa 18, josta nähdään, että laitteen 8161 valmistusketju on pitkä ja monimutkainen. Työvaiheita ja siten ohjauspisteitä on useita, mistä seuraa vaikean ohjattavuuden lisäksi hukkaa, kuten välivarastojen ja siirtojen suuri määrä. Virtaus pysähtyy jokaisen vaiheen kohdalla, sillä jalostettavat kappaleet päätyvät resurssin työjonoon odottamaan. Tästä johtuen osat, joiden tuotantoketju on hyvin pitkä, myöhästyvät usein suunnitellusta aikataulusta, mikä aiheuttaa odotusta myös kokoonpanoon ja heikentää tuottavuutta. Tuotteen kokonaisläpäisy aika on 16 viikkoa, josta osavalmistuksen osuus on 10 viikkoa ja kokoonpanon 6 viikkoa. Jaksonajat kokoonpanolle ja osavalmistukselle ovat 160 tuntia ja 115 tuntia eli lähes 60 % läpäisyajasta on hukkaa. Kokoonpanossa hukan osuus on pienempi kuin osavalmistuksessa ja se muodostuu lähinnä kokoonpanon epäjärjestyksestä. Laitteen 8161 kokoonpanossa ei ole määrättyä työjärjestystä ja kokoonpanot aloitetaan niistä laitteen osista, joihin on riittävästi osia ja komponentteja.

Kuvassa 19 on esitetty laitteen 8161 kokoonpanon vaiheet. Asentajien määrä kokoonpanossa vaihtelee, mutta useimmiten laitetta 8161 on kasaamassa kuusi työntekijää. Osakokoonpanoja on paljon ja pisin työvaihe vaatii 160 tuntia. Kokoonpanon läpäisy aika on mahdollista saada 160 tuntiin, jos osakokoonpanot tehdään rinnakkain, tai vielä lyhyemmäksi, jos kaksi asentaja tekee samaa työtä yhtä aikaa. Tämän saavuttaminen vaatii osavalmistukselta ja hankinnalta erittäin hyvää toimitusvarmuutta. Tuotteen kokonaisläpäisy aikaa voidaan lyhentää valmistussolujen, tuotannon virtautuksen sekä työvaiheiden standardoinnin avulla. Standardityöjärjestyksellä ja virtautuksella voidaan vähentää osapuutteita, jotka pidentävät läpäisy aikaa etsimisen ja odottelun kautta. Osavalmistukselta ja alihankinnalta vaaditaan myös virheiden nollatoleranssia, jotta kokoonpanoon ei päädy viallisia osia eli hukkaa. Luvussa 3.2 on esitetty tulevaisuudentilankuvaus laitteen 8161 kokoonpanolle.







**Kuva 19. Laitteen 8161 kokoonpano**

Arvovirtakuvauksista huomataan, että valmistuksessa on paljon hukkaa, josta voidaan päästä eroon suhteellisen yksinkertaisilla toimilla. Tuotteissa 8123 ja 8161 ovat melko modulaarinen rakenne, mikä helpottaa standardityöjärjestyksen luomista ja hankintojen tarvepäivien uudelleen määrittelyä. Osavalmistuksen toimintatavan muuttaminen sen sijaan vaatii enemmän esiselvitystyötä, jotta ei päädytä optimoimaan vain osia tuotannosta.

### 3.2 Laitteiden 8123 ja 8161 valmistusprosessien tulevaisuudentilan kuvaus

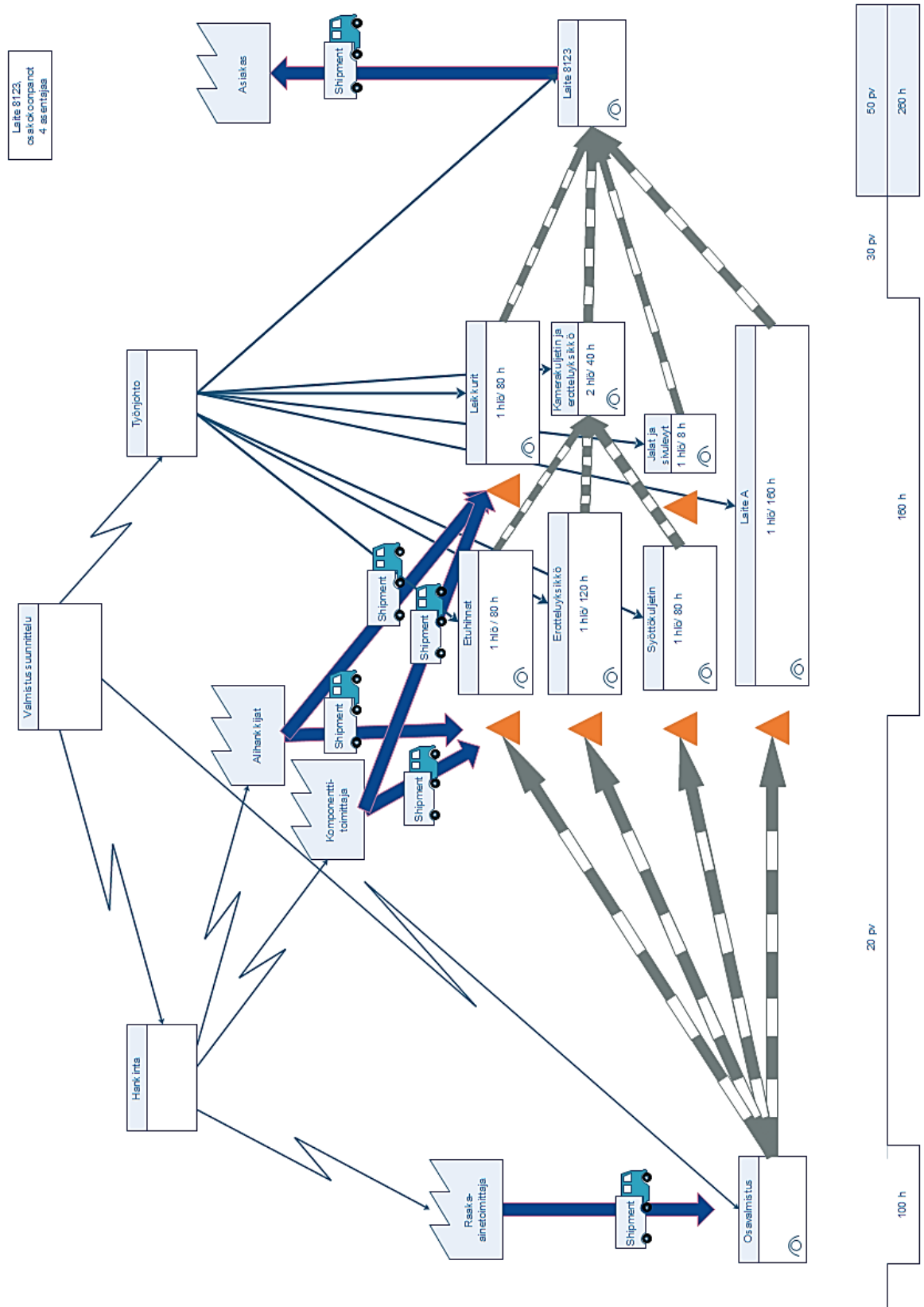
Tässä luvussa kuvataan arvovirran kehittämisen tavoitteet ja toimenpiteet lähitulevaisuudelle. Suuria muutoksia ei lähdetä heti tavoittelemaan, vaan kehitetään tuotantoa askel kerrallaan. Ensimmäisessä vaiheessa järjestetään kokoonpanon toiminnot uudelleen luomalla työvaiheille standardijärjestys. Tämän jälkeen muut prosessit on järjestettävä tukemaan sitä eli esimerkiksi osien ja komponenttien tarveajat on määriteltävä työvaiheen aloituspäivän mukaan ja varmistettava, että ensimmäisessä vaiheessa on kaikki

komponentit. Tulevaisuudentilassa esitetään jo visioita mahdollisista tuotantosoluista ja tuotannon uudelleen järjestelystä, mutta ne eivät työhön käytettävän ajan rajallisuudesta johtuen ole loppuun asti vietyjä ratkaisuja. Arvovirtaa virtaviivaistetaan jakamalla osavalmistus tuoteryhmäperusteisesti, kuten kokoonpano on jo jaettu, sekä luomalla tuotantosoluja ja tuotantolinjamaista valmistusta, jolloin vähennetään kuljetuksia, välivarastoja ja virtauksen pysähtymistä. Näin selkiytetään tuotteiden virtaamista valmistusketjussa ja lyhennetään läpäisyajoja.

Kuvassa 20 on esitetty lähitulevaisuuden tavoite laitteen 8123 arvovirralla. Laitteen 8123 osakokoonpanot järjestetään rinnakkain kokoonpantaviksi, kuten ne nykytilassakin ovat, mutta kokoonpanojärjestys selkiytetään, jolloin on mahdollista saada läpäisy-aikaa jopa 80 tuntia lyhyemmäksi. Uusi kokoonpanojärjestys on suunniteltu neljälle asentajalle, ja kaikkiin osakokoonpanoihin paitsi kamerakuljettimen ja erotteluyksikön kokoonpanoon on varattu yksi asentaja. Näin kaikki osakokoonpanot on mahdollista saada 160 tunnissa eli laitteen A kokoonpanon aikana valmiiksi.

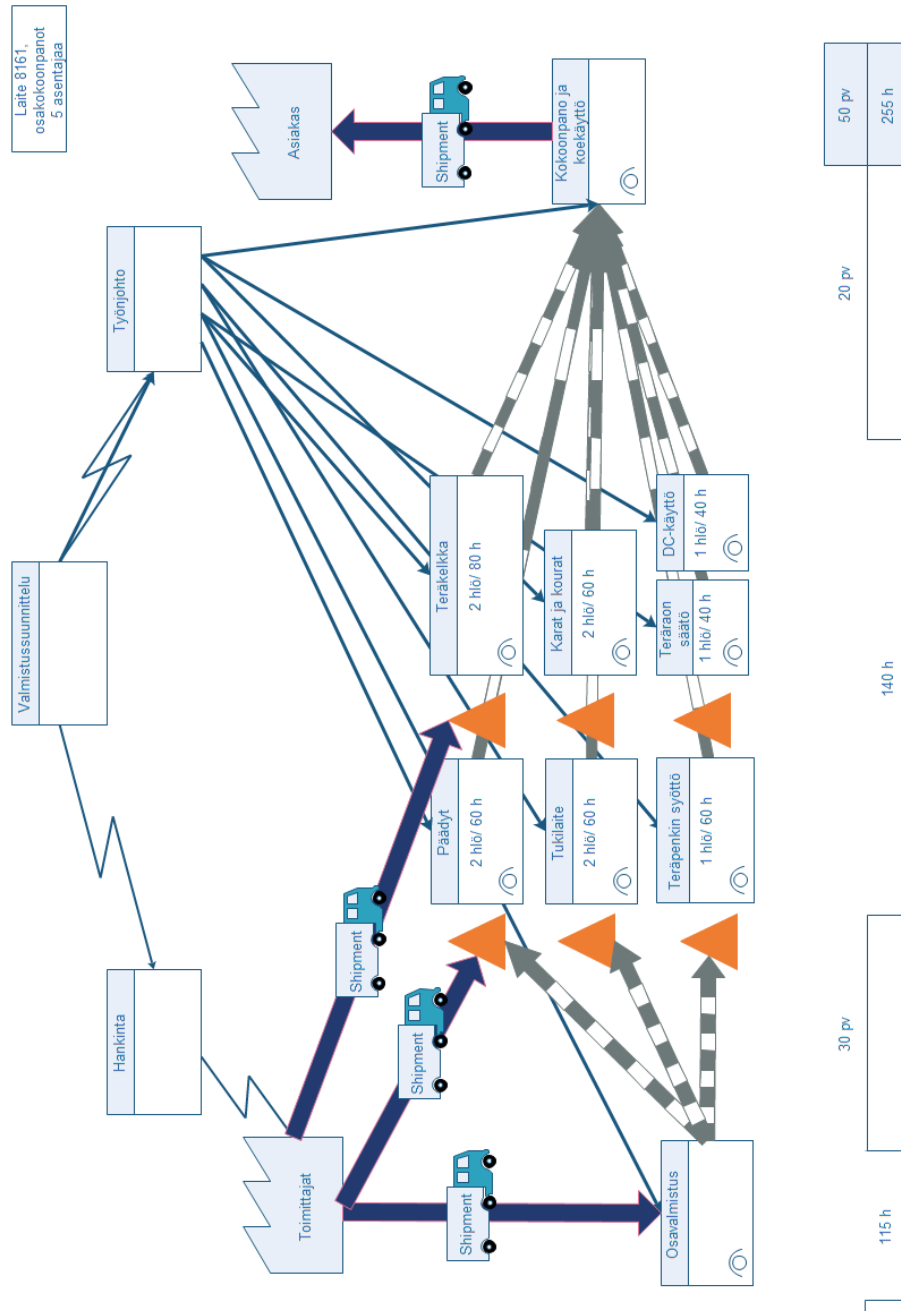
Edut läpäisyajassa voidaan saavuttaa vain tällä asentajamäärällä, mikä tarkoittaa uusia järjestelyjä matka-asennukseen, jotta neljän asentajan miehitys saadaan pidettyä. Jos asentajia on vähemmän, kokoonpanot eivät etene suunnitellussa tahdissa. Suuremmalla asentajien määrällä on mahdollista vielä lyhentää läpäisy-aikaa. Esimerkiksi yhden asentajan lisäyksellä voitaisiin läpäisy-aikaa lyhentää vielä arviolta noin 30 tunnilla. Kohdeyrityksessä asentajia on kuitenkin melko vähän, minkä vuoksi päädyttiin neljään asentajaan. Lisäksi kokoonpanon läpäisyajan kasvattaminen vaatii erittäin hyvää toimitusvarmuutta, mikä ei vielä tässä vaiheessa ole riittävä.

Kokoonpanon selkiyttämisen ja läpäisyajan lyhenemisen lisäksi työjärjestyksen määrittely on eduksi varastolle ja hankinnalle. Tietyille osille ja komponenteille jää enemmän hankinta-aikaa, kun osa kokoonpanoista alkaa kaksi viikkoa myöhemmin. Kokoonpanojen järjestys voidaan määrittää siten, että ne laitteet, joissa on pitkän toimitusajan komponentteja, valmistetaan viimeisimpänä. Lisäksi todelliset tarvepäivät saadaan näin tietoon. Varastojen määrää saadaan pienennettyä, sillä osat ja komponentit toimitetaan kokoonpanoon kahdessa erässä. Tällöin niitä ei tarvitse seisottaa varastossa tai kokoonpanopaikalla. Vakioidun kokoonpanojärjestyksen lisäksi osakokoonpanoille luodaan omat kokoonpanopaikat, mikä helpottaa materiaalin ohjautumista oikeaan paikkaan.



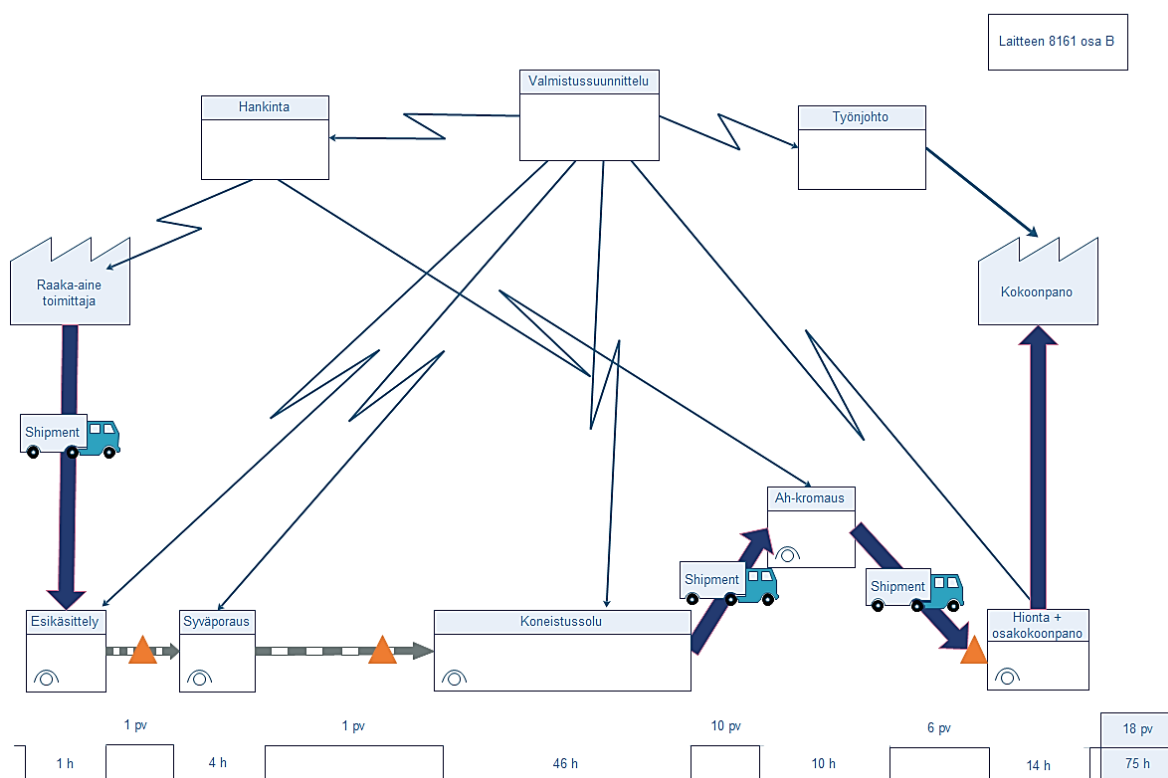
**Kuva 20.** Laitteen 8123 kokoonpanon tulevaisuudentilan kuvaus lähitulevaisuudelle

Kuvassa 21 on havainnollistettu tulevaisuudentila laitteen 8161 kokoonpanon arvovirrälle. Laitteen 8161 kokoonpanon nykytila on vastaava kuin laitteen 8123 eli kokoonpano tehdään satunnaisessa järjestyksessä osien ja komponenttien toimitustilanteesta riippuen. Tulevaisuudessa osakokoonpanot tehdään rinnakkain määrättyssä järjestyksessä. Tällöin saadaan huomattavasti pienennettyä välivarastoja ja pidennettyä tiettyjen osien ja komponenttien hankinta-aikaa 1,5 viikkoa, kun laitteen 8161 osat ja komponentit tilataan kahdessa erässä osakokoonpanojen alkuun. Läpäisy aika ei lyhene merkittävästi, mutta asentajia tarvitaan tulevaisuudessa viisi kuuden sijaan.



**Kuva 21.** Laitteen 8161 kokoonpanon tulevaisuudentilan kuvaus lähitulevaisuudelle

Kuvasta 22 nähdään, kuinka valmistussolu vaikuttaa osan B läpäisy aikaan. Osa B on mahdollista tehdä 18 päivässä nykyisen 34 päivän sijaan, jos sorvaus, jysintä ja osakoonpano yhdistettäisiin soluksi työvaiheiden välisten kuljetusten poisjäämisen vuoksi. Myös KET:n määrää saataisiin pienennettyä. Ennen valmistussolun toteuttamista on kuitenkin otettava huomioon muut kyseisillä työstökoneilla valmistettavat tuotteet ja solun vaikutus niihin sekä mitkä muut tuotteet soveltuvat solussa valmistettaviksi. Valmistussolun luominen ei kannata, vaikka se lyhentää läpäisy aika, jos muiden tuotteen osien valmistus vie tällöin huomattavasti pidemmän ajan. Solun toiminnan on myös oltava joustavaa, eli on selvitettävä solussa valmistettavaksi sopivien tuotteiden vuotuiset volyymit.



**Kuva 22.** Laitteen 8161 osan B valmistuksen tulevaisuudentilan kuvaus

Tulevaisuuden tilan luominen alkaa kokoonpanojen työjärjestysten määrittelyllä ja va-  
kioinnilla. Kun ensimmäiset pilottikokeilut on tehty, katsotaan kuinka työjärjestystä  
tulisi kehittää ja mitä muilta prosesseilta vaaditaan, jotta ne pystyisivät mahdollisimman  
hyvin palvelemaan kokoonpanoa. Näin aloitetaan kokoonpanon ja sitä kautta muiden  
prosessien jatkuva parannus. Tuotannon jättämää pyritään ehkäisemään järjestelemällä  
tuotantoa uudelleen esimerkiksi tuotantosolujen avulla sekä jakamalla resursseja tuote-  
ryhmien kesken. Nämä ovat kuitenkin pidemmän tähtäimen suunnitelmia, minkä vuoksi  
niitä ei esitellä tarkemmin tulevaisuudentilankuvauksissa, jotka on tässä työssä laadittu  
koskemaan lähitulevaisuutta.

## 4. HAASTEET KOKOONPANOSSA

Kokoonpanon haasteita tutkittiin arvovirtakuvauksen lisäksi havainnoinnin, haastattelujen ja kyselyiden perusteella. Prosesseissa ja tuotteissa olevia ongelmia selvitettiin tuotteen kokoonpanon seurannalla, jossa kerättiin tietoa suunnittelupuuhteista, osapuutteista, osien laaduista sekä muista kokoonpanoa häiritsevistä tekijöistä. Seurannan tuloksena saatiin, että 55 % häiriöistä aiheutui suunnittelupuuhteista, 33 % alihankintalaadusta ja 8 % varastotoiminnasta. Loput häiriöt liittyivät tuotantotiloihin, tuotannonsuunnitteluun ja hankintaan. Komponenttipuuhteista johtuen tuotteen kokoonpano aloitettiin myöhässä, jolloin hankinnan osuus häiriötekijöistä jäi seurannassa todellista pienemmäksi. Myös oman valmistuksen aikatauluonnistumisen vaikutus kyseisen tuotteen kokoonpanoon jäi vähäiseksi, sillä omavalmisteiden määrä on kyseisessä tuotteessa pieni. Koska seuranta tehtiin yksittäiselle laitteelle, ei sen perusteella voida tehdä kattavia johtopäätöksiä kokoonpanon haasteista. Tulokset ovat kuitenkin melko yhteneviä kokoonpanon haasteista yleisesti tehtyjen havaintojen kanssa eli suunnittelupuuhteet, komponenttien toimitusvarmuus ja alihankintaosien ja -rakenteiden laatu ovat suurimmat haasteet kokoonpanossa.

Myös myynti ja liiketoimintamuoto aiheuttavat omat haasteensa kuten luvuissa 1 ja 3 todettiin. Projektien vaikeasta ennakoitavuudesta johtuen projektien aikataulut ovat hyvin tiukkoja, jolloin virheille ei ole juurikaan varaa. Monesti on käynnissä useita projekteja samanaikaisesti ja kokoonpanojen aloituspäivät ja toimitukset ovat hyvin lähellä toisiaan. Kiireinen aikataulu aiheuttaa myös hätiköintiä ja huolimattomuutta aina projektin alusta lähtien. Jos virheitä ei ehditä korjaamaan ajoissa tai korjaamiseen ei ole resursseja, kumuloituvat edeltävien prosessien ongelmat kokoonpanoon, mikä heikentää sen tuottavuutta. Muissa prosesseissa olevat häiriöt heijastuvat kokoonpanoon useimmiten osapuutteina, mikä on yksi suurimmista haasteista kokoonpanossa. Osapuutteet voivat johtua hyvin monesta eri tekijästä, joita on esitetty taulukossa 2. Seuraavissa luvuissa käsitellään erikseen suunnittelun, tuotannon, hankinnan ja alihankinnan, varastotoiminnan sekä henkilöstön vaikutuksia kokoonpanon tuottavuuteen. Lisäksi pohditaan laatu- ja kehitystoiminnan riittävyyttä kohdeyrityksessä

*Taulukko 2. Osapuutteiden syyt*

Prosessi	Osapuutteen syy
Suunnittelu	Osaluettelovirhe, suunnitteluvirhe
Hankinta ja alihankinta	Toimittaja myöhässä, virheellinen toimitus, laatuvirhe
Tuotanto	Laatuvirhe, tuotanto myöhässä
Varasto	Osa hävinnyt, keräilyvirhe, nimiketiedot väärin
Henkilöstö	Osaaminen, motivaatio

## 4.1 Suunnittelun haasteiden vaikutus kokoonpanoon

Luvussa 1 esitelty globalisaatiosta seurannut asiakkaiden vaatimustason nousu näkyy kohdeyrityksessä tuotevarianttien lukumäärän kasvuna. Yrityksen tarjoamia tuotteita on tällä hetkellä noin 800 kappaletta, ja niitä pyritään karsimaan tuotteistamalla ja vakioituja tuotevaihtoehtoja lisäämällä. Tuotteiston vakioimiseksi sekä yhdenmukaisen ja ajan tasaisen tuotetiedon ylläpitämiseksi on luotu tuotepankkijärjestelmä, joka sisältää tuotemallit sekä niihin liittyvän informaation. Tavoitteena on, että myynti ja suunnittelu käyttäisivät vain tuotetietokannassa määriteltyjä tuotteita, jolloin säästetään suunnittelun, valmistuksen ja huollon resursseja ja mahdollistetaan laadun kehitys. Tällä hetkellä noin puolelle tuotteista on luotu master-malli eli tarkastettu malli, joka soveltuu käytettäväksi useimpiin asiakasvariaatioihin, ja jonka pohjalta tuote räätälöidään asiakkaan tarpeisiin. Master-mallin käytöllä pyritään parantamaan tuotteiden laadun kehitystä, vähentämään variaatioita sekä puutteita. Osa tuotteista suunnitellaan yhä vanhojen projektimallien pohjalta, jolloin on riski, että mallissa mahdollisesti olleet viat ja puutteet toistuvat, sillä tuotetieto ei tällöin välttämättä ole ajan tasalla. Projektimallin käyttäminen Master-malliin sijaan lisää myös tarvetta uusille piirustuksille, ja joka vuosi valmistuukin noin 10 000 uutta piirustusta. Master-malleja lisäämällä helpotetaan suunnittelua, valmistusta ja tuotevariaatioiden hallintaa.

Suunnitteluvirheiden ja -puutteiden raportointia varten on luotu tuotepalauttejärjestelmä, jonne kuka tahansa voi jättää palautteen korjausta vaativasta kohteesta. Palaute voi koskea suunnittelun lisäksi valmistusta, hankintaa ja alihankintaa, asennustyömaata tai kohdeyrityksen Kiinan yksikköä. Palaute ohjataan tuotteen tai prosessin vastuuhenkilölle, joka käy palautteen läpi ja tekee tarvittavat muutokset. Palautteiden etenemistä voi seurata järjestelmän kautta. Tuotepalautteita on tällä hetkellä annettu noin 1900 kappaletta. Järjestelmä otettiin käyttöön syksyllä 2012 eli palautteita annetaan keskimäärin 750 kappaletta vuodessa. Järjestelmä on tehokkaassa käytössä ja toimii informaatiokanavana tuotannon ja suunnittelun välillä. Palautejärjestelmä on myös yhteydessä tuotepankkijärjestelmään, jonne palautteet listautuvat tuotekohtaisesti. Suunnittelua aloitettaessa on helppo tarkistaa, millaisia puutteita tuotteessa on havaittu edellisissä projekteissa.

Kohdeyrityksellä on toimivat ja kattavat järjestelmät tuotteiston kehitykseen ja ylläpitoon, mutta tuotteiden suuri määrä ja variaatiot aiheuttavat haasteita, sillä tietoa ja palautteita kertyy paljon ja niiden läpikäyminen voi olla työlästä. Tuotepalautteiden läpikäymiseen on budjetoitu 500 tuntia vuodessa eli noin 40 minuuttia palautetta kohden. Budjetoituja tunteja enemmän palautteiden käsittelyyn vaikuttaa kuormitus, sillä suunnittelijat hoitavat palautteita eteenpäin muun työn ohessa. Työmäärän kasvaessa jää palautteiden käsittelyyn vähemmän aikaa ja niiden eteneminen hidastuu. Toisaalta, vaikka palaute käsiteltäisiin nopeasti, ei sen vaikutus näy heti tuotannossa, sillä osat laitetaan valmistukseen jopa kuukausia ennen kokoonpanon alkua, jolloin tehty muutos ei vaikuta jo valmistuksessa tai valmiina olevaan osaan. Palautteiden hidas eteneminen

järjestelmässä ja tuotannossa hitaasti näkyvät vaikutukset kuitenkin voivat luoda mielikuvan, että palautteen antamisesta ei ole hyötyä, mistä johtuen osa työntekijöistä ei jätä tuotepalauttejärjestelmään palautetta. Monien työntekijöiden asenne palautteen antamiseen on silti yleisesti ottaen positiivinen ja palautetta annetaan helposti. Useimmilla työntekijöillä on luottamus siihen, että palautteen antaminen on kannattavaa.

Tuotepalauttejärjestelmään listatuista palautteista 80 % koskee mekaniikkasuunnittelua, 14 % valmistusta ja 6 % hankintaa ja alihankintaa. On kuitenkin huomioitava, että tuotepalauttejärjestelmä on ensisijainen kanava suunnittelupuutteille ja puutteiden raportointiaktiivisuudessa on eroja osastoittain, jolloin mekaniikkasuunnittelun osuus saattaa korostua. Palautteiden määrä ei korreloi suoraan osa-alueen laadun ja toimivuuden kanssa. Esimerkiksi asennuspaikalta tulleita sekä sähkö- ja automaatio-suunnittelupalautteita on tuotepalauttejärjestelmässä vähän, sillä ne annetaan usein muuta kautta. Tuotepalauttejärjestelmä antaa silti suhteellisen yhtenevän tuloksen laite seurannan kanssa, kun otetaan huomioon järjestelmän käyttötarkoitus, eli suunnittelupuutteiden osuus kokoonpanon haasteista on merkittävän suuri.

Mekaniikkasuunnittelua koskevien palautteiden suuri osuus ja palautteiden määrä kertoo suunnittelulaadusta sekä suunnittelun haastavuudesta kohdeyrityksessä. Suunnittelun laadun kehittäminen on useissa tapauksissa vaikeaa tuotekehitysluonteisuudesta ja prototyyppimäisestä tuotannosta johtuen. Tiettyjen kohdeyrityksessä valmistettavien laitteiden koosta johtuen prototyyppien valmistus ja testaus eivät ole käytännössä mahdollista, joten tuotekehitys tehdään valmistuksen aikana ja yritys ottaa tietoisesti riskin toimittaessaan prototyyppinä asiakkaalle. Suunnittelupuutteilta on vaikea välttyä, kun suunnitellaan uudentyyppistä laitetta ensimmäistä kertaa tai tehdään tuotteisiin muutoksia. Lisäksi myynti ja teknologia asettavat haasteita operatiiviselle suunnittelulle, sillä ne määrittävät tuotteen lähtötiedot ja vaatimukset, joihin suunnittelijan on pystyttävä vastaamaan.

Kohdeyrityksessä toteutuu luvussa 2.3.3 mainituista suunnittelun haasteista merkittävimpänä tiedon hukka ja tiedon virtauksen estyminen, mikä ilmenee puutteina ja virheinä piirustuksissa. Käytännössä ne voivat olla esimerkiksi hitsaus- ja koneistusmerkintöjen, toleroinnin, pintakäsittelyvaatimusten, osanumeroiden tai mittojen puutteellisuutta tai osien yhteensopimattomuutta. Yksityiskohtia voi olla myös kokoonpanon tarpeisiin nähden liian vähän tai puuttua kuvantoja, joista selviää osien ja komponenttien sijoittelu. Liitteissä 1 ja 2 on esimerkkejä käytännössä ilmenneistä puutteista. Tiedon virtauksen estyminen näkyy esimerkiksi siinä, että kokoonpanoon ei toimiteta säätö- ja testauspöytäkirjaa tai piirustuksia koekäyttöön tulevista alihankinnassa valmistettavista laitteista.

Suunnittelupuutteista johtuen laitteiden valmistus ei kaikissa tapauksissa onnistu ilman käytännön kokemusta, sillä piirustukset eivät ole täysin kattavia. Vanhemmilla asentajilla on jo kokemuksen kautta tullutta hiljaista tietoa, joten he havaitsevat puutteet ja vir-



heet helposti ja pystyvät hoitamaan työnsä niistä huolimatta. Kokemattomammille asentajille sekä alihankkijoille piirustusten puutteet sen sijaan tuottavat vaikeuksia. valmistusta siirretään yhä enemmän alihankintaan, jolloin pienosat ja teräsrakenteet eivät ole halutunlaisia ja laitteiden valmistus vaatii alihankintatarkastajan läsnäoloa. Yksi esimerkki kohdeyrityksessä olevan hiljaisen tiedon huonosta siirtymisestä alihankkijalle on aluslevyt, jotka ovat suurimmassa osassa piirustuksia määritelty sileiksi aluslevyiksi, vaikka tiettyihin liitoksiin tarvitaan lukituslevyjä. Kohdeyrityksessä asentajat tietävät, milloin on käytettävä osaluettelon vastaisesti lukitusaluslevyjä, mutta alihankkijat sen sijaan laittavat ne aluslevyt, jotka on määritelty osaluettelossa. Eräässä tapauksessa alihankinnassa tehtyyn laitteeseen jouduttiin vaihtamaan kohdeyrityksessä lukituslevyt piirustuksen mukaisten sileiden aluslevyjen tilalle, sillä tärinästä johtuen osa liitoksista ei kestä, jos ne eivät ole lukittuja. Kokoonpanotyö jouduttiin tekemään kahteen kertaan. Juurisytä tälle tapaukselle tutkitaan luvussa 5.1.

Piirustusten puutteellisuus on suuri haaste myös sähkö- ja hydraulikka-asennuksessa. Sähköasennuksista ei ole lainkaan piirustuksia, jolloin jokaisen laitteen yhteydessä on sähköasentajien erikseen suunniteltava, mistä ja miten sähköt viedään. Kaapelikouruja, kannakkeita ja muita tarvikkeita ei ole osaluetteloissa, vaan sähköasentajat hankkivat ja tarvittaessa suunnittelevat ne. Hydraulikka-asennuksista ei hydraulikaavion lisäksi myöskään ole aina piirustuksia tai piirustukset voivat olla puutteellisia, jolloin ei välttämättä selviä, miten hydraulikomponentit ja -letkut on ajateltu sijoittaa. Tämä aiheuttaa ongelmia esimerkiksi silloin, kun koneikot hankitaan valmiiksi koottuina, sillä hydraulikaavio ei määrittele, kuinka komponentit tulee sijoittaa, jolloin koneikko ei välttämättä mahdu sille suunniteltuun tilaan. Hydraulikaaviot eivät aina ole täysin yksiselitteisiä, vaan niissä saattaa olla ristiriitoja sähkökaavioiden tai laitteen muiden hydraulikaavioiden kanssa. Piirustuksissa on myös ollut viittauksia väärin kaavioihin tai piirustuksia ei ole päivitetty vastaamaan muuttuneita kaavioita. Tämä aiheuttaa turhaa työtä asentajille, kun joudutaan selvittämään, mikä kaavio on oikea tai korjataan jo tehtyjä töitä.

Suunnittelupuutteiden lisäksi muita suunnittelun haasteita, jotka välittyvät piirustusten kautta kokoonpanoon, ovat tiukka aikataulu, yhteistyö kokoonpanon ja muiden osastojen kanssa sekä osaaminen ja perehdytys. Suunnittelijoiden perehdytys työtehtäviin ja valmistettaviin laitteisiin on melko heikolla tasolla. Aiemmin suunnittelijat kasvoivat pääsuunnittelijan rinnalla, jolloin heille ehti karttua kokemusta sekä tuotteistosta että yrityksen toimintatavoista, mutta nykyisin uudet pääsuunnittelijat palkataan talon ulkopuolelta suoraan pääsuunnittelijan tehtäviin. Uudet suunnittelijat ja jopa pääsuunnittelijat eivät välttämättä ole koskaan nähneet toiminnassa linjaa ja sen laitteita, joita he suunnittelevat, mutta kohdeyritys pyrkii järjestämään mahdollisuuksien mukaan tehdasvierailuja tai muita mahdollisuuksia tuotteisiin tutustumiseksi. Perehdytys hoidetaan pääsääntöisesti nimeämällä kokeneemmista pääsuunnittelijoista mentori, joka ohjaa ja neuvoa omien töidensä ohessa uutta pääsuunnittelijaa. Haasteellista perehdyttämisessä

on pääsuunnittelijan tehtäväkentän sekä tuotteiston laajuus ja suurin osa oppimisesta tapahtuukin työn kautta sekä tarttumalla aikaisessa vaiheessa projektin pääsuunnittelijan tehtäviin. Suunnittelijoiden perehdytysjaksosta puuttuu monesti kokoonpanoon tutustuminen tai osallistuminen, mikä on edellytys hyvälle suunnittelulle, sillä se auttaa ymmärtämään paremmin tuotteen valmistusprosessia. Tuotantotilat ja työntekijät tulevat samalla tutuiksi, jolloin on pienempi kynnys käydä seuraamassa suunnittelemansa laitteen kokoonpanoa.

Huhtalan & Pulkkinen (2009, s. 190) mukaan suunnittelulle ominainen haaste on, että eri alojen asiantuntijoita ei käytetä riittävästi hyväksi tai heidän osaamistaan ei osata hyödyntää. Tämä näkyy kohdeyrityksessä muun muassa suunnittelun ja tuotannon heikkona yhteistyönä sekä mekaniikka-, sähkö- ja automaatiosuunnittelun eriytymisenä. Lisäksi tuotekehitys ja teknologia on siirretty eri rakennukseen kuin suunnitteluosasto, jolloin tiedonvirtaus estyy tai hidastuu. Tutkimuksissa onkin osoitettu, että jo 30 metrin työskentelyetäisyydellä viikoittainen kommunikointi on epätodennäköistä. Paras tapa saavuttaa tehokas kommunikaatio on asettaa tiimin jäsenet työskentelemään lähellä toisiaan. Tällöin tiedonvaihto on nopeaa ja jatkuvaa ja toisilta oppiminen helpompaa, kun kommunikointi on vapaamuotoisempaa (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 190).

Omat haasteensa aiheuttaa myös suunnittelun ulkoistaminen. Kohdeyrityksessä suunnitteluosaston kapasiteettivajetta korvataan alihankintasuunnittelijoilla. Tavallisesti alihankintasuunnittelijoita on muutamia ja heidän työpisteensä on pysyvästi kohdeyrityksen toimitiloissa, mutta tällä hetkellä heitä on suuresta kuormituksesta johtuen yhtä paljon kuin kohdeyrityksen suunnittelijoita. Alihankintasuunnittelijat on palkattu melko kiireisellä aikataululla, jolloin kattavalle perehdytykselle työhön ja kohdeyrityksen tuotteisiin ei ole ollut riittävästi aikaa. Kohdeyritys järjesti uusille suunnittelijoille 3-10 päivän perehdytysjakson, jossa käytiin läpi tuotteet, työkalut, toimintatavat sekä vierailtiin yrityksen tiloissa. Vain noin kymmenesosa alihankintasuunnittelijoista työskentelee kohdeyrityksen tiloissa ja loput talon ulkopuolella. Suunnitteluvastuussa olevan yrityksen sijaitessa kaukana päämiehestään kommunikointi voi olla raskasta ja päätöksen teko hidasta. Myös tekniset ratkaisut voivat poiketa valmistavalle organisaatiolle sopivista ratkaisuista, mistä voi seurata nimikemäärän kasvu tai valmistettavuuden heikkeneminen. Moniin ulkoistamisesta seuraaviin haasteisiin voidaan vastata panostamalla toimintatapoihin, tietojärjestelmiin ja työkaluihin. (Huhtala & Pulkkinen 2009, s. 29–31.)

## **4.2 Kohdeyrityksen tuotantojärjestelmän vaikutus kokoonpanoon**

Luvussa 3 havainnollistettiin ja analysointiin osavalmistuksen heikkoa aikatauluonnistumista, mikä on tuotannon suurin kokoonpanoon heijastuva haaste. Aikatauluonnistuminen on riippuvainen tuotantojärjestelmästä sekä ohjaustavasta, joten sen juurisyihin pääsemiseksi käsitellään kohdeyrityksen tuotantoprosessi tuotannonsuunnittelusta val-

mistukseen. Tuotantoprosessi lähtee tuotannonsuunnittelusta, jolla sovitetään yhteen valmistusyksiköiden ajoitukset. Kohdeyrityksessä tuotantosuunnitelma tehdään projektikohtaisesti ajanjaksoihin sidottuna Ganttin kaaviona. Tuotantosuunnitelma luodaan ERP-järjestelmään, joka ei täysin pysty vastaamaan nykyisiin tarpeisiin joustamattomuutensa vuoksi. ERP-järjestelmästä aiheutuvat haasteet on tiedostettu kohdeyrityksessä ja uuden tuotannonsuunnittelujärjestelmän käyttöönottoa on suunniteltu. Uusi tuotannonsuunnittelujärjestelmä mahdollistaa parhaan mahdollisen tuotantojärjestyksen suunnittelun ja siten sisäisen toimitusvarmuuden parantamisen.

Karkeasuunnittelussa laaditaan suunnitelma tuotannon määrälle ja ajoitukselle ja sovitaan ne käytettävissä oleviin resursseihin eli käytännössä määritellään valmistuspaikka. Suunnitelma ja kuormitusennuste tehdään tarjousten ja ennusteissa olevien projektien pohjalta. Töille budjetoitujen tuntien perusteena käytetään aiempien projektien toteutuneita tunteja. Karkeasuunnittelun tunnit toteutuvat vaihtelevasti ja hyvin tapauskohtaisesti. Hienosuunnittelussa määritellään osavalmistuksen vaatimat työvaiheet, niiden järjestys sekä aikataulu. Aikataulutuksessa valmistukseen varataan aikaa vaiheen kestosta riippuen päivästä pariin viikkoon sekä yksi päivä seuraavalle vaiheelle siirtoa varten. Hienokuormitustavasta johtuen valmistuksen läpäisy aika venyy vaadittua pidemmäksi ja KET:n määrä kasvaa. Uuden tuotannonsuunnittelujärjestelmän myötä pystytään vastaamaan tähän haasteeseen, sillä se mahdollistaa parhaan mahdollisen järjestyksen löytämisen valmistustehtäville.

Tuotannonsuunnittelun haasteena on projektityyppinen asiakaslähtöinen liiketoiminta, joka on vaikeasti ennustettavissa. Kuormitustilanne tuotannossa voi vaihdella huomattavasti lyhyelläkin aikavälillä, mistä seuraa tuotannon epätasapaino ja ylikuormitus. Hiljaista jaksoa seuraa korkea kuormitus, joka ylittää kapasiteetin, jolloin joudutaan siirtämään valmistusta alihankintaan. Ylikuormituksesta seuraa kiireen seurauksena virheitä ja viivästyksiä eli arvoa tuottamattomia toimintoja. Kohdeyrityksessä tuotantojärjestelmä on luvussa 2.1 kuvailtu funktionaalinen tuotantotapa, joka on suunniteltu resurssitehokkuuden periaatteella. Tällainen järjestelmä ei pysty joustamaan vaihtelevissa kuormitustilanteissa, sillä kaikki kapasiteetti on käytössä. Tuotannon tasoittaminenkin on haastavaa, sillä standardoimattomuudesta johtuen hyvin vähän voidaan valmistaa etukäteen. Tästä johtuen tuotanto jää aikataulusta jälkeen kuormituksen kasvaessa. Resurssitehokkaaseen tuotantoon keskittyminen selittää siis luvussa 3 kuvattuja haasteita tuotannon aikatauluonnistumisessa.

Haasteena on myös osien oikea-aikainen valmistaminen. Hienokuormitustapa antaa tietyn aikavälin, jonka sisällä osa tulisi valmistaa, mutta ei määritä prioriteettijärjestystä osille, joiden valmistuspäivä on sama. Työntekijät purkavat työjonoaan järjestyksessä, jolloin valmistumisjärjestys ei täysin vastaa todellista tarvetta eli työjonossa ensimmäisenä oleva valmistustehtävä ei todellisuudessa ole kiireisin. Syynä tälle on kokoonpanon vakioituneen työjärjestyksen puuttuminen, jolloin kaikille valmistettaville osille on määritetty tarvepäiväksi kokoonpanon aloituspäivä todellisen tarvepäivän sijaan. Osa valmis-

tuksesta saatetaan tehdä myös liian aikaisin, mikä kasvattaa varastoja, KET:iä sekä riskiä häviämislle tai vioittumiselle. Esimerkiksi laitteen 8161 säätöön tarvittava pitkä, ohut terästanko valmistetaan usein liian aikaisin, jolloin se voi kolhiintua säilytyksessä tai ruostua käyttökelvottomaksi. Nykyisenlainen tuotannon suunnittelu- ja ohjaustapa ei näin ollen anna tuotannolle edellytyksiä aikatauluonnistumiseen.

Kohdeyrityksen tuotanto työntöohjataan vaiheelta toiselle. Tuotantojärjestelmä vaatii kuljetuksia vaiheiden välillä ja muodostaa jonoja työasemille eli keskeneräisen tuotannon määrä on suuri. Tuotannon ohjaus ja suunnittelu on työlästä, sillä jokaista resurssia ohjataan erikseen. Osat ohjautuvat tuotannossa työkortin avulla, joka kulkee fyysisesti kappaleen mukana tuotannossa ja ohjaa sen seuraaviin vaiheisiin. Jokaiselle työlle on oma korttinsa, johon on merkitty resurssi, aloitus- ja lopetuspäivät sekä mahdolliset ohjeet. Maalaus on työvaiheista ainoa, jolle ei ole ERP-järjestelmässä omaa vaihettaan eikä siten työkorttiakaan, vaan se on ERP-järjestelmässä yhdistetty hitsaukseen tai muuhun sitä edeltävään vaiheeseen. Maalaamoja on vain yksi, ja kaikki maalausta vaativat kappaleet kulkevat sen läpi. Maalattujen osien valmistumisen etenemistä ei pysty seuraamaan järjestelmästä, mikä vaikeuttaa tuotannon seuranta. Osat eivät ohjaudu maalauksesta aina suunnitellulla tavalla eteenpäin, sillä monesti työkortit eivät säily kappaleiden mukana eikä projektiin viittaavien värikoodattujen tarrojen käyttö ole aktiivista. Työjonon avulla voidaan helpottaa töiden etenemisen ja maalaamon kuormituksen seuranta sekä mahdollistaa siten vaiheen toiminnan analysointi.

Tuotantovolyymien kasvaessa tilat käyvät ahtaiksi. Tuotantotiloissa ei ole riittävästi tilaa keskeneräiselle tuotannolle tai selkeitä paikkoja esimerkiksi alihankinnasta tuleville laitteille ja teräsrakenteille. Etenkin koneistushalliin kertyy paljon keskeneräistä tuotantoa, jolloin esimerkiksi hätäpoistumistieksi tarkoitettu käytävä voi tukkeutua. Tilojen ahtaus estää myös tuotannon virtausta, sillä osien siirto vaiheelta toiselle hankaloituu. Myös kokoonpanohalli muuttuu ahtaaksi kokoonpanojen edetessä etenkin kun useita linjoja kasataan saman aikaan. Tuotantotilojen kehittämiseksi lanseerattiin kesällä 2014 tuotannon tiloihin siisteysindeksi, jonka tarkoituksena on parantaa työturvallisuutta ja -viihtyvyyttä sekä välillisesti työn tuottavuutta ja laatua. Indeksit määritellään säännöllisesti tuotantohalleittain hallin työpisteiden keskiarvona ja ne ovat kaikkien nähtävissä tehtaan tiloissa infotauluilla. Indeksien avulla tuotantotilojen yleistä siisteystä saatiin parannettua merkittävästi, mutta siisteysrutiinia on kaikilta osin täysin muodostunut. Käytäntöä jatkamalla ja kehittämällä on mahdollista parantaa tuotannon virtausta ja siten kokoonpanon tuottavuutta.

### 4.3 Hankinnan ja alihankinnan haasteet kokoonpanon näkökulmasta

Hankinnan suurimpina haasteina ovat hankinta-ajan riittävyys ja laajan nimikkeistön hallinta, mikä näkyy osien ja komponenttien myöhästyneinä toimituksina eli puutteina kokoonpanossa. Komponenttien, alihankintaosien ja raaka-aineiden toimitusvarmuus tarvepäivään nähden oli 90,5 % vuonna 2014 ja tilausrivejä oli yhteensä noin 41 600. Tämä tarkoittaa, että vuodessa lähes 4000 tilausriviä saapuu myöhässä eli viikossa puutuu noin 80 osaa tai komponenttia. Myöhästyneistä riveistä 71 % toimitettiin viimeistään viikon kuluttua pyydetystä toimituspäivästä ja 21 % kahden viikon kuluessa. 4 % saapui 3 viikkoa pyydetystä toimitusajasta myöhässä ja loput 4 % yli 3 viikon kuluttua. Toimitusvarmuus on ollut viimeiset 5 vuotta samalla tasolla. Toimituksia valvotaan aktiivisesti ja myöhästyvistä toimituksista lähetetään muistutuksia toimittajille. Myös toimittajien toimitusvarmuutta seurataan ja hälyttävissä tapauksissa siihen puututaan esimerkiksi yhteisillä kehitysprojekteilla, joissa tarkkaillaan aktiivisesti toimittajan vahvistamien toimituspäivien pitävyyttä ja etsitään keinoja tilanteen ratkaisemiseksi.

Hankinta-aika on lyhentynyt huomattavasti viime vuosikymmenen aikana. Riittävä hankinta-aika olisi kuudesta kahdeksaan viikkoa, mikä toteutuu nykyisin vain alle viidesosalle ostoriveistä. Hankinnoista noin kolmasosalle toimitusaikaa jää alle kaksi viikkoa ja lähes kaksi kolmasosaa olisi saatava hankittua alle neljässä viikossa. Hankinta-aikojen lyhentyminen on seurausta nopeutuneesta toimintasyklistä, jolloin kohdeyritykselle jää entistä lyhyempi aika tuotteen toimittamiseen asiakkaalle ja siten myös hankinnoille. Hankinta-aika lyhenee entisestään, jos suunnittelu myöhästyy aikataulusta. Koska myös suunnittelussa haasteena on tiukka aikataulu, venyy suunnittelun valmistuminen monesti yli suunnitellun ajan, mistä seuraa myös hankintojen myöhästyminen. Projektien ajoitusta tehtäessä ja aikatauluonnistumista seurattaessa monesti jää huomioimatta hankinnan vaatima aika. Useissa tapauksissa seurataan vain suunnittelun ja valmistuksen aikatauluonnistumista. Etenkin suuressa ylikuormassa suunnittelun jättämästä johtuen suunnittelun päättymisen ja valmistuksen alkamisen välille voi jäädä vain kaksi viikkoa tai vähemmänkin aikaa, mikä on hankintoihin jäävä aika. Kaikki osat ja komponentit hankitaan kokoonpanon alkuun, vaikka osaa niistä tarvitaan vasta viikkoja myöhemmin. Tällainen toimintatapa lyhentää hankinta-aikaa, kun hankintoja ei tehdä todelliseen tarpeeseen. Määrittelemällä laitteille vakioitu kokoonpanojärjestys voidaan pidentää hankinta-aikaa osalle tuotteista, kun tiedetään, mitkä osat on oltava heti kokoonpanon alussa ja mitä tarvitaan vasta myöhemmin.

Komponenttien toimitusajat vaihtelevat kahdesta viikosta 14 viikkoon ja ovat keskimäärin 7 viikkoa. Hankintojen vaatimista toimitusajoista pidetään komponenttikohteisesti kirjaa, joka on nähtävissä kaikille. Suunnittelijoita on informoitu komponenteista, joiden toimitusaika on huomattavan pitkä ja jotka siten olisi saatava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hankintaan. Pitkien toimitusaikojen huomioiminen on kuitenkin

suunnittelijan vastuulla, eikä esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmässä ole erikseen korostettu komponentteja, joiden toimitusaika on pitkä, eli komponenttien ennakoiminen on täysin inhimillisistä tekijöistä kiinni. Hankinnassa toimitusajat ovat hyvin tiedossa, ja ostopäälliköt informoivat suunnittelua kriittisistä komponenteista.

Myös alihankinnassa komponenttipuutteet ovat melko yleisiä. Komponenttien hankinnan hoitaa kohdeyritys ja komponenttien impulsointi tehdään manuaalisesti ERP-järjestelmän kautta, eli inhimillisen virheen riski on suuri. Työn tuottavuuden laskemisen lisäksi puuttuvat komponentit tuovat ylimääräisiä kuluja, sillä ne lähetetään erikseen alihankkijalle ja monesti kalliimmalla pikakuljetuksella. Lisäksi puuttuvat osat vievät aikaa alihankintatarkastajan varsinaiselta työltä eli laadun tarkistukselta ja neuvomiselta toimittajan luona.

Alihankinnan suurimmat kokoonpanoon heijastuvat haasteet ovat toimitusvarmuus ja laatu. Alihankinta käsittää kohdeyrityksen tapauksessa tiettyjen laitteiden, teräsrakenteiden ja pienosien valmistuksen. Alihankinnan osuus kohdeyrityksen kustannuksista on 15–20 %. Laitteista noin 65 % valmistetaan alihankinnassa ja niistä kolmasosa koekäytetään kohdeyrityksessä. Loput alihankintavalmisteisista laitteista toimitetaan suoraan asiakkaalle. Teräsrakenteista noin 30 % valmistetaan alihankinnassa ja viimeisen vuoden aikana teräsrakenteiden alihankinnan määrä on kasvanut huomattavasti. Teräsrakenteiden toimitusvarmuudesta ei ole tarkkoja lukemia ja se vaihtelee toimittajittain ja kuorman mukaan, mutta yleisesti ottaen se on tyydyttävällä tasolla. Hitsatuista ja koneistetuista pienosista noin puolet valmistetaan alihankinnassa enimmäkseen Virossa. Laitesurannassa esiin tulleista ongelmista noin kolmasosa johtui alihankintaosien laadusta ja toimitusvarmuus alihankintaosille oli 88 % vuonna 2014. Uusien alihankkijoiden määrä on lisääntynyt ja yhteistyötä muutamien toimittajien kanssa on aloitettu uudelleen, mikä asettaa haasteita toimittajasuhteiden luomiseen ja siten vaikuttaa laatuun ja toimitusvarmuuteen.

Alihankintalaitteiden ja teräsrakenteiden tarkastus tehdään pääsääntöisesti jo alihankkijan luona ennen toimitusta asiakkaalle tai kohdeyritykseen. Kohdeyrityksessä alihankintatarkastajia on neljä, joista kaksi on Kiinassa ja kaksi kiertää Baltian toimittajia, ja he keskittyvät laitteiden ja teräsrakenteiden laadun tarkastukseen. Baltiassa valmistettavia pienosia ei useinkaan tarkasteta ennen toimitusta niiden suuresta määrästä ja vähäisistä resursseista johtuen. Alihankinnasta tulevista laitteista noin 30 % koekäytetään kohdeyrityksessä ja loput toimitetaan suoraan asiakkaalle. Laitteita ei enää tarkasteta vastaanoton yhteydessä, jolloin ei havaita mahdollisia kuljetuksen aikana tulleita vaurioita ennen asiakkaalle toimitusta. Esimerkiksi Kiinasta Eurooppaan kuljetetusta laitteesta pulttiliitokset olivat auenneet kuljetuksen aikana, kun pultteja ei ollut kiristetty riittävästi eli laite oli romahtanut kasaan. Näinkin pienestä virheestä koitui useiden tuntien korjausurakka sekä negatiivinen mielikuva Kiinan tuotantoyksikön laadusta.

Laatuvirheet voivat johtua osaamisen ja inhimillisten virheiden lisäksi puutteellisista piirustuksista, joissa ei esimerkiksi ole esitetty koneistus- ja suoruusvaatimuksia tai epäselvästä ohjeistuksesta esimerkiksi maalausta koskien. Osa virheistä on puhtaasti laatuvirheitä. Laadun tarkkailemiseksi palkattiin tämän työn aikana kokenut asentaja vastaanottotarkastajaksi, jonka tehtävänä on alihankintaosien laadun tarkastaminen ja reklamaatioiden valmistelu. Tavoitteena on saada viallisia alihankintaosia kiinni jo vastaanottovaiheessa, jolloin on enemmän pelivaraa uusien hankkimiseen tai viallisten korjaamiseen. Kaikki havaitut virheet reklamoidaan, mikä saa alihankkijan kiinnittämään enemmän huomiota laatuun. Viallisista osista pidetään kirjaa, jotta saadaan selville, miten alihankkijan toimintaa on kehitettävä eli toistuvatko tietyt virheet usein ja johtuuko osa niistä esimerkiksi huonosta ohjeistuksesta.

Alihankinnan perusedellytyksenä on, että tuote ja sen rakenne ovat kunnossa ja valmistusmenetelmät ovat harkittuja. Käytännössä piirustusten, osaluetteloiden ja muiden dokumenttien on oltava sellaisia, joiden mukaan toimittaja pystyy tuotteen valmistamaan kerralla oikein ja toimintatapojen tulee olla testattuja kohdeyrityksessä. Osien on oltava täysin virheettömiä, sillä virheiden korjaaminen toimittajalla lisää kustannuksia ja pidentää toimitusaikaa. Nämä edellytykset eivät kaikissa tapauksissa toteudu kohdeyrityksessä. Toimittajien osalta edellytykset ovat pääosin hyvällä mallilla, eli toimittajilla on riittävä osaamisen taso sekä tekniset edellytykset valmistukseen. Laitteiden ja teräsrakenteiden valmistamiseksi alihankkijat tarvitsevat kuitenkin usein alihankintatarkastajan tai ostajan neuvoja johtuen piirustusten puutteellisuudesta, virheellisyydestä sekä perimätiedosta, joka ei kulje alihankintaan. Alihankkijoille toimitetaan Toimittajan käsikirja, jossa on ohjeita laitteiden valmistamiseen, mutta se ei kaikissa tapauksissa kata piirustuksissa olevia puutteita (Toimittajan käsikirja 2003). Standardoimalla laitteita ja kehittämällä alihankintadokumentteja sekä toimittajayhteistyötä, on mahdollista vastata useisiin alihankinnan haasteisiin.

2000-luvun alussa on luotu toimittaja-arviointilomake, jossa toimittajaa arvioidaan kymmenellä erilaisella kriteerillä. Arviointikriteereinä ovat arvioitavan yrityksen taloudellinen tilanne, kokonaiskustannukset, tuotteen laatu, toiminnan laatu, fyysiset resurssit, palvelukyky, toimituskyky, osaaminen, kehittymiskyky sekä riskit. Tällä hetkellä toimittaja-arviointeja tehdään hyvin satunnaisesti, mutta etenkin alihankkijoiden kohdalla arviointeja on alettu tehdä aktiivisemmin. Ostajien mielestä arviointisysteemi on vaikea käyttää eikä arviointien tekemisestä koeta juurikaan olevan hyötyä. Siitä johtuen toimittajille tehdään vain pika-arviointi eli kirjataan toimittajan perustiedot ja tehdään SWOT-analyysi. Toimittaja-arviointi on kuitenkin alihankintaostajien kokemuksen perusteella käyttökelpoinen työkalu, sillä se tuo alihankkijasta esiin tietoja monesta eri näkökulmasta ja antaa laajan kuvan toimittajan vahvuuksista, heikkouksista, riskeistä ja mahdollisuuksista. Arviointilomake tarvitsee kuitenkin päivitystä sopiakseen nykyisiin tarpeisiin sekä yhtenäisen tietokannan, jotta esimerkiksi toimittajien vertailu olisi mahdollista. Säännöllisillä arvioinneilla on mahdollista saavuttaa merkittäviä hyötyjä laadun

ja toimitusvarmuuden suhteen. Make or buy –pääöstä varten on kohdeyrityksessä kehitetty työkalu, mutta sitä ei ole hyödynnetty. Päätökset tehdään pitkälti oman tuotannon kuormitustilanteen ja vanhan tavan mukaan.

#### 4.4 Varastotoiminnan kokoonpanoon heijastuvat haasteet

Kohdeyritys on ulkoistanut varastotoimintansa muutama vuosi sitten tarkoituksena saada siitä kustannustehokkaampaa mutta silti kyvykästä vastaamaan muuttuvaan kapasiteetin tarpeeseen. Toimittajan tarjoamiin palveluihin kuuluvat perinteiset varastotoiminnot kuten vastaanotto, keräily, sisälogistiikka ja pakkaus. Kohdeyritys on tiiviisti mukana varaston toiminnoissa ja tekee päätökset varastoa koskevista muutoksista kuten henkilöstölisäyksistä ja kehitysehdotusten toteuttamisesta. Kokoonpanon tuottavuuteen varastotoiminta vaikuttaa puutteiden kautta. Tällä hetkellä osia ja komponentteja on kokoonpanon aloituspäivänä toimittamatta niin paljon, että varaston toiminnan tehokkuudella ei ole suurta merkitystä siihen, saadaanko kaikki osat ja komponentit ajallaan kokoonpanopaikalle. Varastotoiminnasta johtuvat osapuutteet ovat seurausta lähinnä häviämistä tai vastaanotossa tapahtuvista virheistä.

Kohdeyrityksessä varastoja on useita sekä tehtaan sisällä että ulkona. Sisätiloissa säilytetään lähinnä pienosat, komponentit, kiinnitystarvikkeet, valut ja teräkset. Varastonimikkeiden lisäksi varastossa säilytetään projektien ostokomponentteja muutama viikko ennen kokoonpanon aloitusta eli siihen päivään asti, kun keräily on riittävän valmis. Myös alihankintaan lähteville komponenteille on oma hyllynsä, jossa niitäkin säilytetään päivistä viikkoihin. Tehtaan ulkopuolella olevat peltihallit on tarkoitettu teräsrakenteille, maalauksesta tuleville osille sekä alihankintalaitteille, mutta suuren osan näistä varastoista vie esimerkiksi projektien ylijäämät tai muu sekalainen tavara. Tämän seurauksena alihankinnasta tulevia teräsrakenteita ja laitteita säilytetään ulkona olosuhteissa, joihin niitä ei ole tarkoitettu. Varastotilan tarve voi vaihdella vuoden sisällä suuresti kuormitustilanteesta riippuen. Kun useita projekteja on valmistuksessa samaan aikaan, ei varastotila tahdo riittää kaikkien projektien komponenttien ja osien säilytykseen.

Varastotilan vähyyden vuoksi varastojen pitäminen järjestyksessä on haastavaa. Projektien ostonimikkeiden varastointia on pyritty selkeyttämään keräämällä kaikki saman projektin komponentit sarakkeittain hyllyyn ja logistiikkakärryyn työ- tai projektinumeron mukaan. Saman projektin komponentit pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle toisiaan ja jakamaan hyllyt pystysuunnassa eri projektien kesken. Komponenttien määrä vaihtelee suuresti projektikohtaisesti ja tarvittavan hyllytilan arvioiminen on hankalaa, mikä vaikeuttaa loogisen järjestyksen luomista. Jos ostokomponentit on kerätty projekteittain, joudutaan kerätyt komponentit keräämään uudestaan toiseen kärryyn keräilyvaiheessa. Tämän vuoksi keräily pyritään tekemään työnumeroittain alusta saakka. Tapa on selventänyt hyvin varaston paikoitusta, mutta hyllytila ei nykyisellä kuormitustilanteella täysin riitä sen toteutukseen.



Keskeneräisen tuotannon ja teräsrakenteiden varastointi sen sijaan kaipaisi uudelleen järjestelyä. Epäselvästä järjestyksestä ja ahtaista tiloista johtuen isojakin osia pääsee toisinaan hukkumaan ja etsintöihin voi kulua paljon aikaa varaston ja kokoonpanon lisäksi myös ostolta ja lähettämöltä. Varastojen siisteyttä ja järjestystä on saatu parannettua esimerkiksi nimeämällä trukkipuskki vastuulliseksi varastosta ja sen järjestyksen ylläpidosta. Varastojen järjestystä voidaan näin ollen parantaa merkittävästi lisäämällä työntekijöiden vastuuta varastoalueista ja tarkentamalla varastojen käyttötarkoitusta. Varaston epäjärjestys, tavarain paljous sekä osien toimitus jälkikäteen lisäävät häviämisen riskiä. Kun osia toimitetaan kokoonpanon aloituspäivän jälkeen, on työn logistiikkakärry jo toimitettu kokoonpanoon eikä osa ohjaudu enää sen mukana kokoonpanopaikalle. Myös varastosaldon epätasaisuus voi aiheuttaa osapuutteen. Monesti syynä on järjestelmän ohi tehty varasto-otto eli varastosta on haettu tavaraa kirjaamatta sitä mihinkään ylös. Kirjaamattomat varasto-otot tekevät usein muille projekteille hallaa, vaikka jouduttavat yhtä työtä eteenpäin.

Kohdeyrityksen varastotoiminnassa on paljon hukkaa kuten tavaroiden siirtelyä paikasta toiseen. Kun tavara toimitetaan, nostetaan se toimittajan kyydistä sisälle, josta kuormaa siirretään noin kymmenen metrin päähän pisteeseen, jossa tehdään vastaanotto ERP-järjestelmään ja tulostetaan nimiketarrat. Vastaanottotarkastus tehdään niin tarkasti kuin mahdollista kuormituksesta riippuen. Alihankintaosille ei aiemmin tehty vastaanottotarkastusta lainkaan, mutta huhtikuussa 2015 luotiin uusi työnkuva vastaanottotarkastajalle ja palkattiin työhön kokenut asentaja. Vastaanoton jälkeen tuotteet siirretään varastohyllylle sen mukaan, ovatko ne osto-, myynti-, alihankinta- vai varastonimikkeitä. Ostonimikkeet lajitellaan projektin mukaan logistiikkakärryyn ja hyllyille sen yläpuolelle. Hyllyillä lavoja saatetaan järjestellä uudestaan, jos projektien tavarat vaativat enemmän tilaa kuin niille oli varattu. Lopuksi vastaanotetut komponentit kerätään toiseen logistiikkakärryyn työnumeron mukaan ja viedään kokoonpanopaikalle. Siirtoja tehdään turhan paljon, kun optimitalanteessa riittäisi vain yksi siirto toimittajan kyydistä kokoonpanopaikalle.

Kohdeyrityksessä varastotoiminta on hyvin manuaalista, esimerkiksi vastaanotto kirjataan manuaalisesti järjestelmään ja keräilyt tehdään tulostetun keräilylistan avulla hakien tavaroita yksittäin varastosta. Manuaalinen toiminta lisää inhimillisen virheen riskiä ja hidastaa varaston toimintaa sekä vaatii paljon työvoimaa tekemään sellaisia tehtäviä, jotka voidaan helposti automatisoida nykytekniikalla. RFID-tekniikan hyödyntämisestä on suunniteltu, mutta hankkeen tutkinta on kesken. Sen avulla voitaisiin pienentää inhimillisen virheen riskiä ja tehostaa varaston toimintaa ja tarkkuutta.

## 4.5 Laatu- ja kehitysyksikön merkitys kokoonpanon tuottavuudelle

Kohdeyrityksessä ei ole laatu- ja kehitysosastoa eikä laadulle ja kehitykselle ole päätoimista vastuuhenkilöä. Laatu- ja kehitystyötä hoitavat muun työn ohessa satunnaisesti esimerkiksi työnjohtajat, tuotantopäällikkö, työntekijät ja tuotannonsuunnittelupäällikkö. Kohdeyrityksessä resurssipula onkin usein syynä hankkeiden ja projektien hiipumiseen tai toteuttamatta jättämiseen. Suunnitelmia on, mutta ne jäävät usein suunnitteluasteelle tai toteutus on hidasta. Kehitystoimintaa ei myöskään hoideta keskitetysti ja kokonaisvaltaisesti, vaan osa-alueita parannetaan erikseen, jolloin toimenpiteissä ei välttämättä osata ottaa kokonaisuutta huomioon.

Laatua ja sen valvontaa on pyritty kehittämään viime vuosien aikana. Tuotannossa on kolme laatutarkastajaa. Koska laadulta puuttuu vastuuhenkilö, ei kehitystoimiin ole saatu säännöllisyyttä ja johdonmukaisuutta, mikä näkyy vaihtelevassa laadussa. Laatuasioihin ja laadun tarkastukseen on keskitytty enimmäkseen tuotannossa, mutta muissa prosesseissa se on jäänyt vähemmälle. Tämä on kuitenkin tiedostettu ja vuoden 2015 strategian seurauksena on aloitettu muun muassa suunnittelun, valmistuksen ja hankinnan kattava laadunparannusprojekti, jonka tavoitteena on puolittaa laatukustannukset. Projektia varten on nimetty laaturyhmä, jossa on yksi henkilö jokaiselta osastolta. Laaturyhmän tehtävänä on sparrata eri osastoja ja toimia viestin välittäjinä. Aluksi jokainen osasto pohtii, mitkä tekijät rajoittavat osaston laatua ja suorituskykyä. Yhdessä laaturyhmän kanssa määritellään toimenpidesuunnitelma, jolla laatuhaasteet pyritään ratkaisemaan. Tavoitteena on saada mahdollisimman pian näkyviä muutoksia aikaan, jotta innostus toimintojen kehittämiseen säilyy.

## 4.6 Henkilöstön kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttavat ominaisuudet

Henkilöstön kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttavia ominaisuuksia selvitettiin tuotannon työntekijöille laaditun kyselyn perusteella sekä työntekijöiden kanssa käytyjen keskustelujen ja yleisen havainnoinnin kautta. Kysely käsitteli kuutta kategoriaa: palkkaus, palkitseminen ja työajat, motivaatio, osaaminen ja perehdytys, yhteistyö ja tiimihenki, tiedonkulku ja vaikuttamismahdollisuudet ja johtaminen. Lopuksi selvitettiin henkilöstön mielipide työhyvinvointiin panostamisesta. Kyselylomake on nähtävissä liitteessä 3. Kysely julkaistiin kohdeyrityksen intranet-sivuilla ja siitä tiedotettiin työnjohtajien, sähköpostin ja intranet-sivujen kautta.

Kyselyyn vastasi 42 henkilöä eli noin 30 % tuotannon työntekijöistä. Vastaajien vähäinen määrä selittyy osittain heikoilla tiedotusmahdollisuuksilla tuotannossa, sillä tietokoneen käyttö ei kuulu kaikkien työntekijöiden päivittäiseen rutiiniin, vaikka yhteiskoneita onkin tarjolla taukotiloissa ja työpisteillä. Useimmat eivät myöskään käytä sähkö-

postia, joten henkilökohtainen tiedottaminen on haastavaa. Vastausprosentti voi myös indikoida kiinnostuksesta kyseenomaisia tutkimuksia kohtaan. 70 % vastauksista annettiin kokoonpanon työntekijöiltä, 25 % koneistuksesta ja 5 % esikäsittelystä, kun vastaava työntekijöiden prosentuaalinen jakauma tuotannossa on 50/30/20. Kokoonpanossa tämä työ on ollut näkyvimmin esillä, mistä todennäköisesti johtuen kokoonpanon työntekijöiden osallistuminen on ollut aktiivisinta. Vaikka kokoonpanon vastausten osuus on suurin, voidaan kyselyn tuloksia käsitellä yhteisesti koko tuotannolle, sillä annetut vastaukset olivat osastojen välillä melko yhteneviä.

Palkkaukseen ja palkitsemisjärjestelmään ei oltu täysin tyytyväisiä tuotannon työntekijöiden keskuudessa. Lähes 30 % vastaajista koki, että he eivät saa työnsä tulosta ja antamaansa panosta vastaavaa palkkaa ja puolet oli osittain samaa mieltä asiasta, vaikka työntekijöiden palkkaus perustuu teknologiateollisuuden työehtosopimuksen palkkarakennemallin, jonka mukaan palkka määräytyy työn vaativuuden ja henkilökohtaisten työntulosten mukaan. Nykyisestä palkitsemisjärjestelmästä annettiin myös kritiikkiä. Noin 70 % vastaajista koki, että palkitsemisjärjestelmä ei ole täysin toimiva, sillä palkkioiden määräytymisperusteet eivät ole kunnossa. Esimerkiksi kokoonpanossa palkkiota on vaikea saada, jos edeltävät vaiheet ovat myöhästyneet. Työaikajärjestelmä jakoi mielipiteet kahtia kaikilla osastoilla. Noin puolet vastaajista oli tyytyväisiä nykyiseen säännölliseen työaikaan, mutta monet kaipaivat liukuvaa työaikajärjestelyä. Liukuva työaika tuli kyselyyn vastanneiden kommentteissa esille useasti myös motivoivana tekijänä sekä työhyvinvoinnin edistäjänä.

Kyselyssä vastaajat saivat arvioida motivaatiotaan asteikolla 1-10 ja keskiarvoksi muodostui 8 eli motivaatio on vastanneiden kesken hyvällä tasolla. Motivaatio oli useissa tapauksissa seurausta mielekkästä, haastavasta ja vaihtelevasta työstä sekä hyvästä työilmapiiristä. Parhaiten motivoiviksi tekijöiksi vastaajat valitsivat erikoispalkkiot, tulospalkan, peruspalkan, mahdollisuuden vaikuttaa sekä työstä saatavan arvostuksen ja palautteen. Motivaatiota vastaajien mukaan heikentävät henkisesti raskas työ muutosten, kiireisen aikataulun ja ylikuormituksen takia.

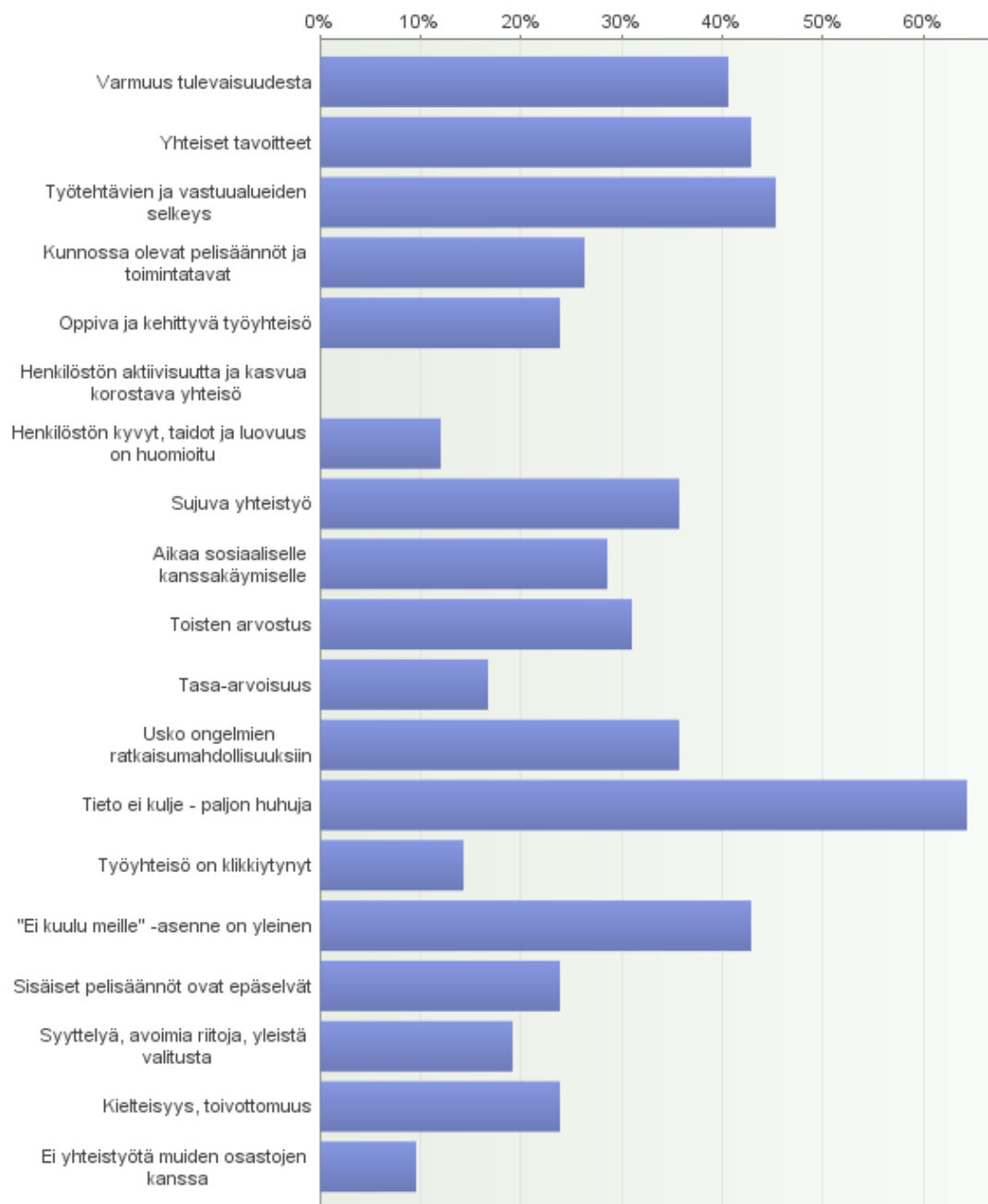
Lähes puolet vastaajista piti osaamisensa tasoa riittävänä työnsä suorittamiseen ja noin puolet oli osittain samaa mieltä asiasta. Neljäsosa oli kuitenkin sitä mieltä, että perehdytys työhön ei ole ollut riittävä, opastusta ja neuvomista on liian vähän ja koulutuksia pitäisi järjestää enemmän. Osaaminen onkin muodostunut työuran aikana tekemisen ja kokemuksen kautta. Perehdytykseen panostaminen olisi kokoonpanossa erityisen tärkeää, sillä vuokramiehiä käytetään paljon. Ilman hyvää perehdytystä heillä ei ole riittävästi tietoa tai osaamista työn itsenäiseen ja laadukkaaseen tekemiseen. Tämä haaste on tiedostettu kohdeyrityksessä, sillä koulutusta ja perehdytystä ollaan kehittämässä osaamiskartoituksen pohjalta.

Yhteistyö oman osaston ja tiimin kesken on yleisesti hyvällä tasolla. Asteikolla 1-10 arvosteltuna oman osaston sisäisen yhteishengen keskiarvoksi muodostui 8,2. Muiden

tuotannon osastojen välillä yhteistyö arvioitiin hieman heikommaksi keskiarvolla 7,1. Toimihenkilöiden ja tuotannon välinen yhteistyötä arvioitaessa keskiarvoksi muodostui 6,5 ja noin viidennes oli sitä mieltä, että yhteistyötä toimihenkilöiden kanssa ei juuri ole. Tehdas ja toimisto ovat erillisiä rakennuksia ja sijaitsevat tontin eri puolilla. Tuotantotiloissa on toimistotiloja lähinnä vain työnjohdolle ja tuotantopäällikölle. Kokoonpanoon läheisesti liittyvät toiminnot, kuten suunnittelu, tuotannonsuunnittelu ja hankinta, on sijoitettu toimistorakennukseen, jolloin kynnys käydä tuotantotiloissa kasvaa. Lean-periaatteiden mukaisesti tuotantoon jalkautuminen on kuitenkin yksi tärkeimmistä toimista päätöksen tekoa varten. Työntekijöillä on myös tunne, että konttori on eri maailmassa kuin he ovat ja että johdolla ei ole riittävästi ymmärrystä heidän työstään.

Kuvassa 23 on esitetty vastaajien näkemys työilmapiiriä kuvaavista tekijöistä. Palkit kuvaavat, kuinka moni vastaajista oli sitä mieltä, että kyseinen asia kuvastaa yleistä ilmapiiriä heidän työpaikallaan. Näistä tekijöistä erottui selkeästi tiedon huono kulku ja huhujen määrä. Noin 60 % vastaajista oli sitä mieltä, että tieto välittyy hyvin tai melko hyvin osaston sisällä, mutta osastojen välillä tieto kulkee melko hyvin vain noin viidesosan vastaajista mielestä. Tiedotuksen laatu ja määrä eivät useimpien mielestä ole riittäviä. Etenkin tulevista töistä ja aiemmissa projekteissa ilmenneistä haasteista kaivattaisiin enemmän tietoa. Tuotannontiloissa on vuoden 2014 aikana tehty huomattava parannus informaation jakamisessa asentamalla pääkäytävän varrelle näyttöjä, joissa on tietoa ja tuotannon tilasta, kuten aikatauluennustumisesta sekä tehtaan siisteydestä. Lisäksi tuotannon taukotilassa ja ruokalassa on infonäytöt, joissa on esillä yrityksen ajankohtaisia tiedotteita ja uutisia. Tiedotukseen käytetään myös intranetiä, johon päivitetään tietoja ja tulevia tapahtumia melko ahkerasti. Tiedotukseen on monia toimivia kanavia käytössä, mutta kyselyn tulosten perusteella niiden käyttö ei ole riittävän tehokasta.

Myös päämääristä ja tavoitteista kaivataan lisää tietoa. Kohdeyrityksen arvot, joita käsiteltiin luvussa 2.3.1, sekä strategia eivät ole selkeästi esillä kaikissa toiminnoissa. Arvojen ja strategian näkyminen on tärkeää, sillä ne ovat yhteinen ohjenuora, miten yrityksessä toimitaan ja mitkä ovat yhteiset tavoitteet ja suunnitelma sen toteuttamiseksi. Kun henkilöstö hahmottaa, kuinka heidän toimintansa edistää strategian toteutumista, on toimintaan sitoutuminen helpompaa. Sitoutuminen taas edistää tuottavuutta tavoitteiden saavuttamisen kautta (Kesti 2005, s. 77). Yleisesti työntekijät kokevat työpaikkansa positiiviseksi, mutta kritiikkiä annettiin yhteishengestä ja ongelmien ratkomistavasta. Syyttely, kyräily ja henkilöstön vaihtuvuus mainittiin ilmapiiriä huonontaviksi tekijöiksi. Lisäksi monet kokevat alihankinnan ja kohdeyrityksen Kiinan tuotantolaitoksen uhkana, vaikka 40 % vastaajista näkikin työnsä tulevaisuuden varmana.



**Kuva 23.** Kyselyyn vastanneiden näkemys yleistä ilmapiiriä työpaikallaan kuvaavista asioista

Vaikuttamismahdollisuuksista parhaiten toteutuu vastaajien mielestä työn sisältöön vaikuttaminen, johon 80 % pystyy täysin tai osittain vaikuttamaan. Hieman heikommin toteutuvat työaikoihin ja työhön koskeviin muutoksiin vaikuttaminen, joihin lähes 60 % vastaajista koki voivansa vaikuttaa. Heikoiten työntekijät voivat vaikuttaa työpaikallaan tehtäviin muutoksiin, joihin noin 80 % vastaajista haluisi edes osittain vaikuttaa. Yleisesti työntekijät haluisivat vaikuttaa työaikaansa ja työhönsä liittyvissä asioissa ja vai-

kuttamismahdollisuudet ovat työntekijöiden mukaan melko hyvät. Esimiehiin ja heidän johtamistaitoihinsa oltiin enimmäkseen hyvin tai melko hyvin tyytyväisiä. Työntekijät arvostavat osaavaa työnjohtajaa, joka ymmärtää käytännön töitä, mutta nykypäivänä esimieheltä odotetaan enemmän johtamistaitoa teknisen osaamisen sijaan. Byrokratian taso on vastaajista noin 40 %:n mielestä liian korkea, mutta kuten eräs vastaaja totesi, on sitä suuressa yrityksessä vaikea välttää.

## 5. KOKOONPANON HAASTEIDEN JUURISYYT

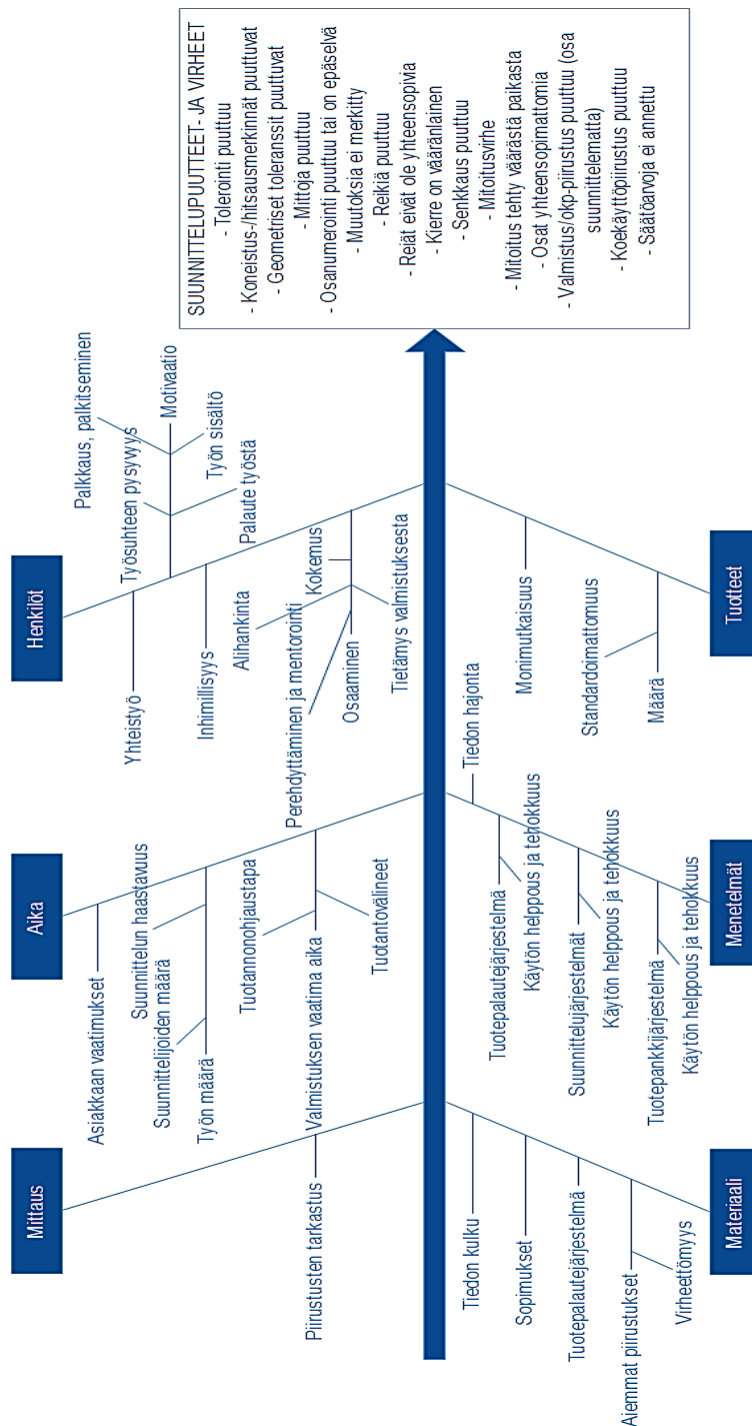
Luvussa 4 esitettiin eri osa-alueiden merkittävimpien haasteiden juurisyitä analysoidaan systemaattisilla ongelmanratkaisumenetelmillä. Kalanruotokaaviolla havainnollistetaan syy-seuraussuhteita ja viisi kertaa miksi -menetelmällä etsitään juurisyitä. Haasteiden juurisyitä tutkitaan suunnittelun, alihankinnan, hankinnan sekä varaston osalta. Tuotannon haasteiden juurisyitä ei käsitellä, sillä kuten luvuista 5.1–5.4 käy ilmi, on tuotantojärjestelmä juurisyynä muiden osastojen haasteisiin. Henkilöstölähtöisten haasteiden juurisyiden analysointi jätetään tämän työn ulkopuolelle alan asiantuntijoiden tutkittavaksi.

### 5.1 Suunnitteluhaasteiden juurisyiden analysointi

Suunnittelun suurimmat kokoonpanoon heijastuvat haasteet ovat puutteet ja virheet piirustuksissa, virheiden toistuvuus ja aikataulussa pysyminen. Suunnittelutyön laadukas toteutus vaatii kohdeyrityksessä suunnittelijalta paljon, sillä laitteet ovat monimutkaisia ja ne räätälöidään aina asiakkaan vaatimusten mukaisiksi. Pelkkä asiakkaan vaatimukseen vastaaminen ei riitä, sillä suunnittelu palvelee asiakkaan lisäksi valmistussuunnittelua, hankintaa, tuotantoa sekä lähetystä ja pakkausta. Suunnittelijan on oman työnsä vaatimusten lisäksi tunnettava kohdeyrityksen tuotteisto sekä valmistusmenetelmät ja otettava huomioon muun muassa toimitustapa ja kohdema, komponenttistandardit ja komponenttien toimitusajat. Kohdeyrityksessä mekaniikkasuunnittelijoita on alle 30 ja lähes kaikki ovat projektin pääsuunnittelijoita, jolloin työkuvaan sisältyy suunnittelutyön lisäksi projektiin liittyviä vastuita, mikä tarkoittaa sitä, että he ovat usein ylikuormitettuja. Työmäärän tasoittamiseksi palkataan suunnittelutoimistojen alihankintasuunnittelijoita, joita kovan kuormituksen aikana voi olla kymmeniä.

Kuvassa 24 on esitetty syitä suunnitteluvirheille ja -puutteille. Virheille on määritelty kuusi kategoriaa: mittaus, aika, henkilöt, materiaali, menetelmät ja tuotteet, joiden pohjalta syitä lähdettiin hakemaan. Etenkin henkilöihin ja aikaan liittyviä tekijöitä ilmeni paljon. Suunnittelussa tiukka aikataulu nähdään suurimpana haasteena. Asiakkaan vaatimukseen vastaaminen tarkoittaa projektien lyhyttä toimitusaikaa, minkä seurauksena suunnitteluun jää entistä vähemmän aikaa. Tiukasta aikataulusta seuraa tuotteiden laadun kärsiminen ja virheiden määrän lisääntyminen. Kun huomioidaan suunnittelun merkittävä vaikutus tuotteen hinnan muodostumiseen ja kokoonpanon tuottavuuteen, on selvää, että suunnittelulle on varattava aika, jonka puitteissa suunnittelu voidaan tehdä huolella. Suunnitteluun käytettävän ajan osuus tuotteen tilaus-toimitusketjusta on keskimäärin viikkoina alle 20 %, mutta miestyötunteina laskettuna osuus jää merkittävästi

pienemmäksi. Projektin toimitusajasta suurin osa on varattu tuotannolle. Esimerkiksi tuotteen 8123 kohdalla valmistuksen läpäisy aika on noin 16 viikkoa ja suunnitteluun jäävä aika on noin kuusi viikkoa. Koska kaikille tuotteille ei ole tarkastettua mallia eivätkä tuotteet ole vakioituja, on kuusi viikkoa useissa tapauksissa liian lyhyt aika suunnittelun toteutukseen etenkin, kun yhdellä suunnittelijalla on voi olla useita projekteja samaan aikaan työn alla.



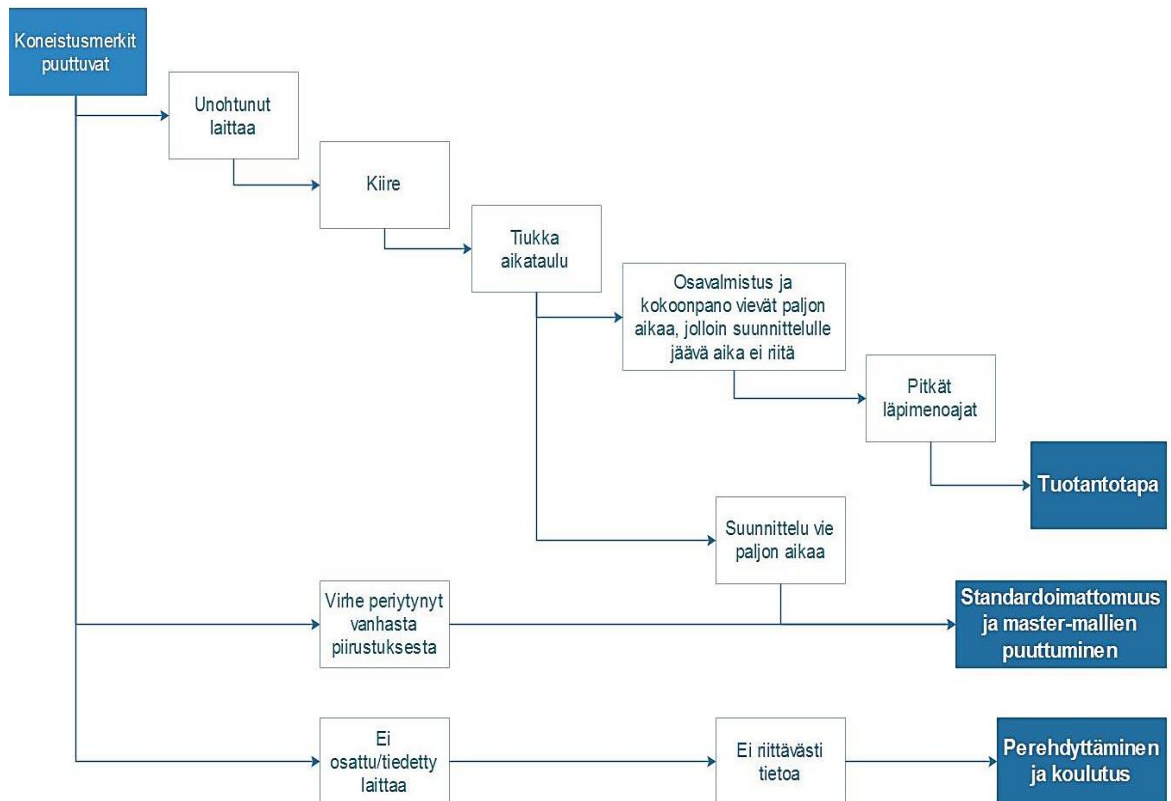
**Kuva 24.** Suunnittelupuutteiden- ja virheiden syy-seurauskaavio



Aika vaikuttaa myös henkilöstölähtöisiin tekijöihin kuten inhimillisten virheiden syntyyn. Kiire lisää huolimattomuutta ja stressiä, mikä vaikuttaa suunnitteludokumenttien laatuun. Ratkaisuja aikatauluhaasteisiin ja ylikuormituksen tuomaan resurssipulaan on haettu palkkaamalla alihankintasuunnittelijoita. Kohdeyrityksen tuotteet ovat kuitenkin haasteellisia suunnitella alihankinnassa Master-mallien puutteen ja vakioimattomuuden vuoksi, jolloin alihankintasuunnittelijoiden ohjeistaminen lisää kohdeyrityksen suunnittelijoiden työkuormaa, eikä suunnittelulaatu ole taattua. Myös perehdytykseen ja koulutukseen jää vähemmän aikaa suunnitteluajataulun ollessa tiukka.

Muita henkilöstölähtöisiä suunnittelulaatuun vaikuttavia tekijöitä on yhteistyö muiden osastojen ja suunnittelun kesken. Organisaatiomuutosten seurauksena suunnittelu- ja teknologiaosastot eriytettiin toisistaan eri rakennuksiin ja suunnitteluosasto jaettiin tuloksikön suunnitteluryhmään ja kapitaalisuunnittelijoihin. Lisäksi automaatio- ja sähkösuunnittelijat ovat mekaniikkasuunnittelusta hyvin erillään. Etenkin teknologian eriyttäminen suunnittelusta on vaikeuttanut suunnittelun toimintaa, sillä teknologiaosasto määrittelee, kuinka tuote tulisi toteuttaa. Toisaalta, jos suunnittelulla olisi käytössään tarkastetut ja vakioidut mallit, olisi tarve yhteistyölle teknologiaosaston kanssa vähäisempi.

Kuvassa 25 suunnittelupuutteiden juurisyitä on tutkittu tarkemmin. Esimerkkitapaukseksi otettiin koneistusmerkinnän puuttuminen piirustuksesta ja juurisyitä etsittiin viisi kertaa miksi -tekniikalla. Myös muille kuvassa 24 esitetyille suunnittelupuutteille ja -virheille etsittiin juurisyitä samalla tekniikalla ja päästiin samoihin tuloksiin, kuin kuvassa 25, mistä johtuen muita analyysejä ei esitetä tässä. Koneistusmerkintöjen puuttumisen juurisyiksi todettiin standardoimattomuus ja Master-mallien puuttuminen, tuotantotapa sekä perehdytys ja koulutus. Koska tuotteet eivät ole standardeja eikä kaikille tuotteille ole luotu Master-malleja, on piirustusten laatua hyvin vaikea kehittää, sillä samaa piirustusta ei välttämättä enää käytetä uudestaan. Standardipiirustuksissa havaitut virheet saadaan korjattua pysyvästi, kun käytetään aina samaa piirustusta, johon korjaukset tehdään. Master-mallien avulla päästään myös enimmäkseen puutteista eroon, sillä suunnittelu aloitetaan aina tarkastetusta mallista. Master-mallia kuitenkin muokataan tapauskohtaisesti asiakkaan toiveiden mukaan, joten virheiden syntymisen mahdollisuus on olemassa. Täysin vakioituihin tuotteisiin ei silti voida pyrkiä, sillä tietty asiakasvarioituvuus on säilytettävä. Standardoimattomuus ja Master-mallien puuttuminen lisää myös työkuormaa, jolloin suunnittelua on siirrettävä alihankintaan.

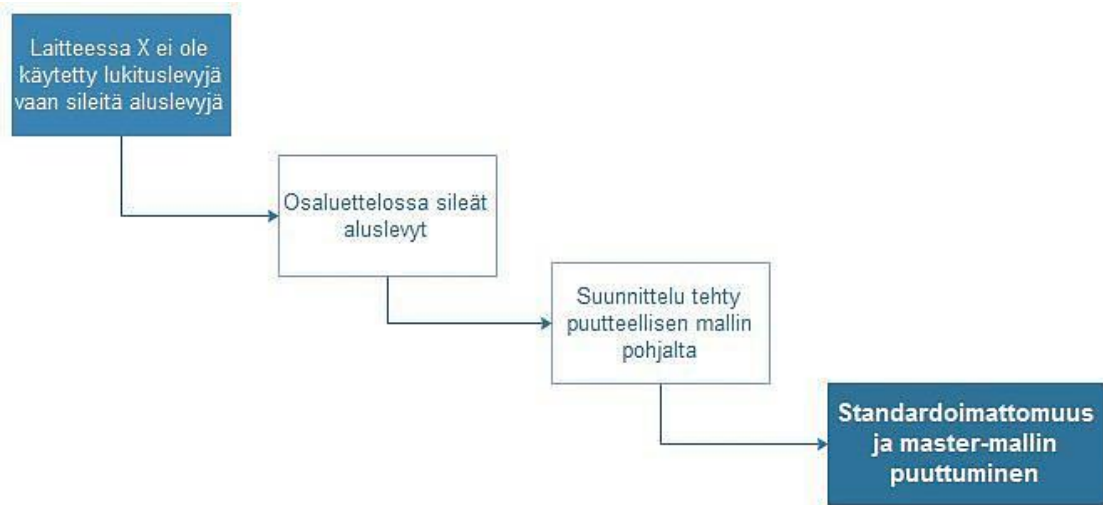


**Kuva 25.** Juurisyyt koneistusmerkintöjen puuttumiselle

Kuten aiemmin kuvattiin, lisää kiire inhimillisen virheen riskiä. Koneistusmerkinnän tai muun suunnittelupuutteen syynä voi olla yksinkertaisesti unohdus, joka on voinut johtua kiireestä. Kiire lisää hätiköintiä ja vähentää tarkastusten määrää, jolloin piirustuksiin jää helposti puutteita. Kiire on alun perin seurausta toimintaympäristön muutoksesta nopeasyklisemmäksi, mutta se on tilanne, johon kohdeyrityksen on sopeuduttava. Tästä johtuen juurisyytä kiireelle haettiin tekijöistä, joihin kohdeyrityksen on mahdollista vaikuttaa. Päädyttiin tuotantotapaan eli kohdeyrityksen työntöohjattuun funktionaaliseen tuotantojärjestelmään, jossa valmistuksen läpäisy aika on pitkä. Pitkä läpäisy aika vie suuren osan tuotteen toimitusajasta, jolloin suunnitteluun ei jää riittävästi aikaa. Myös riittämättömän perehdytys tai osaamisentaso voivat aiheuttaa suunnittelupuutteen kuten kuvasta 25 havaitaan.

Luvussa 4.2 esitettiin tapaus, jossa alihankinnassa valmistetussa laitteessa oli käytetty vain sileitä aluslevyjä lukituslevyjen sijaan ja levyt oli vaihdettava kohdeyrityksessä. Kohdeyrityksessä kokoonpanossa tiedetään laittaa täriseviin kohteisiin lukituslevyt, vaikka osaluettelossa pyydetäänkin sileät aluslevyt. Koska laitteen valmistus vaatii tiedon osaluettelosta poikkeavasta erityisvaatimuksesta, on tapauksen juurisyy selkeästi suunnittelussa enemmän kuin alihankkijan ohjeistuksessa. Piirustuksissa ja osaluettelossa on jokaisen osan, komponentin ja kiinnitystarvikkeen oltava määritelty täsmällisesti ja valmistuksen tulee onnistua täysin niiden pohjalta. Kuvasta 26 käy ilmi, että kyseisessä tapauksessa juurisyy oli Master-malliin puuttuminen. Osittaisena syynä tapaukselle voi olla, että suunnittelu jätetään puutteelliseksi, koska asentajien tietämykseen

ja taitoihin luotetaan liikaa. Kun laite valmistetaan alihankinnassa, tulevat suunnittelupuutteet selkeästi esille, sillä hiljainen tieto kohdeyrityksen tuotannosta ei kulje alihankintaan.

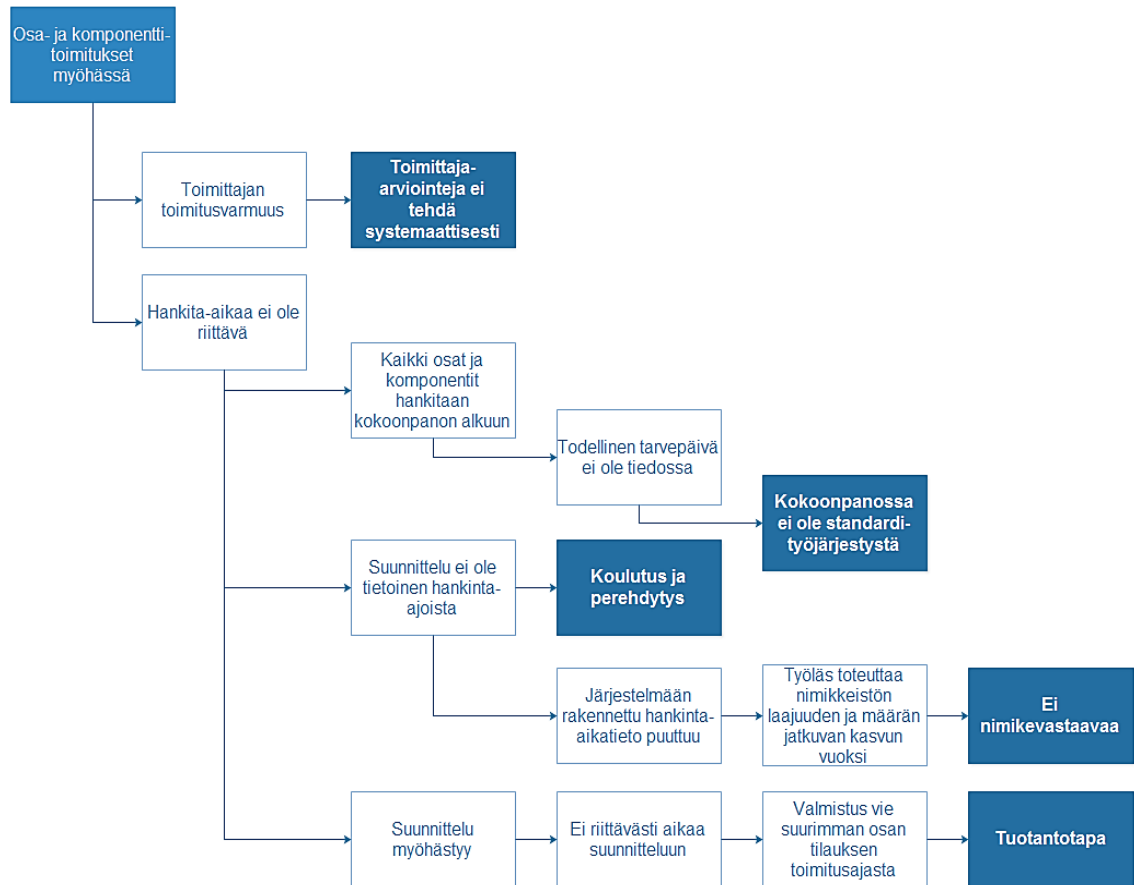


*Kuva 26. Lukituslevyjen puuttuminen*

Suunnittelupuutteiden juurisyistä tärkeimmät ovat Master-mallien puuttuminen ja tuotteiden standardoimattomuus. Kun suunnittelu aloitetaan vanhan, tarkastamattoman projektimallin pohjalta, pääsevät virheet toistumaan. Suunnittelun aloitus tarkastetun mallin pohjalta vähentäisi merkittävästi virheiden määrää, kun aiemmin havaitut virheet olisi jo korjattu malliin. Täysin standardituotteisiin siirtyminen ei ole kohdeyrityksen tapauksessa mahdollista, sillä yritys haluaa tarjota asiakkaan tarpeisiin räätälöityjä tuotteita. Tuotteiden osittainen vakiointi esimerkiksi perusrakenteiden ja komponenttien osalta on kuitenkin toteutettavissa ja siihen tulisi pyrkiä, jotta vähennettäisiin vaihtelua ja siten virheen mahdollisuutta. Tuotantojärjestelmä vaikuttaa myös keskeisesti suunnittelun onnistumiseen, sillä valmistuksen pitkä läpäisy aika lyhentää suunnitteluun käytettävissä olevaa aikaa. Lisäksi suunnittelijoiden osaamisella on merkittävä vaikutus suunnittelupuutteiden määrään.

## 5.2 Juurisyitä osa- ja komponenttipuutteille hankinnan näkökulmasta

Kokoonpanon tuottavuuden näkökulmasta hankinnan suurin haaste on toimitusvarmuus. Tällä hetkellä se on ERP-järjestelmän mukaan noin 90 %, mikä tarkoittaa, että noin joka kymmenes osa tai komponentti tulee myöhässä ja hidastaa kokoonpanoa. Kuvassa 27 on esitetty juurisyitä osien ja komponenttien myöhästymiselle. Hankinnasta aiheutuvat osapuutteet ovat toimitusvarmuuden lisäksi seurausta hankinta-ajasta, joka ei ole riittävä kaikille osille ja komponenteille. Koska reunaehdoksi asetettiin, että myynnin asiakkaalle lupaamaan toimitusaikaan on pystyttävä, ei liian tiukka aikataulu ole juurisyitä hankinta-ajan riittämättömyydelle, joten juurisyitä haettiin tuotannosta.



**Kuva 27.** Juurisyyt osien ja komponenttien myöhästymiselle

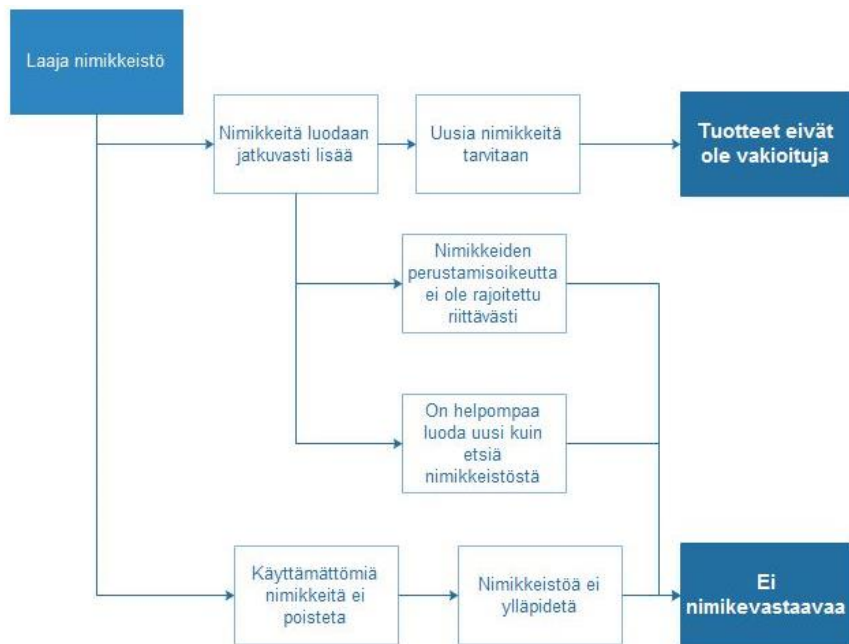
Hankinnassa tarveaika määräytyy kokoonpanon aloituspäivämäärän pohjalta ja tilaus katsotaan myöhästyneeksi, jos se ei saavu kokoonpanon alkuun mennessä. Todellisuudessa kaikkia komponentteja ei tarvita heti kokoonpanon alussa, mutta ostossa hoputetaan toimittajia, jos järjestelmän mukaan tilaus on myöhässä tai tulee myöhästymään. Tämä on turhaa työtä niissä tapauksissa, kun osaa tai komponenttia ei todellisuudessa tarvita kokoonpanon alkuvaiheissa. Kokoonpanon kannalta nimikkeiden priorisointi tarkoittaa toisinaan sitä, että kokoonpanon aloitus viivästyy, kun varasto odottaa myöhässä olevia tilauksia, vaikka niitä ei todellisuudessa heti tarvitakaan. Kokoonpanon työjärjestyksen määrittelemättömyydestä johtuen kaikki laitteen osat ja komponentit hankitaan kokoonpanon alkuun, vaikka niiden tarve olisi vasta myöhemmin. Määrittelemällä kokoonpanolle standardijärjestys saadaan osille ja komponenteille todellinen tarvepäivä, mikä lisää hankinta-aikaa tiettyjen tuotteiden kohdalla ja helpottaa tilausten priorisointia ja siten lisää toimitusvarmuutta.

Hankinta-ajan riittämättömyys voi olla myös suunnittelusta johtuvaa. Jos suunnittelu myöhästyy aikataulusta, lyhenee hankinta-aika, sillä hankinnat aloitetaan suunnittelun valmistuttua. Suunnittelun myöhästymisen syynä on suunnittelun tiukka aikataulu ja resurssien riittämättömyys. Tiukka aikataulu on seurausta projektin toimitusajan jakamisesta kohdeyrityksen osastojen kesken. Valmistukseen kuluu suurin osa tuotteen toimitusajasta, joten juurisyyksi suunnittelun varatun ajan riittämättömyyteen voidaan to-

deta tuotantojärjestelmästä johtuva valmistuksen pitkä läpäisy aika, joka on yksi juurisyy osa- ja komponenttitoimitusten myöhästymiseen.

Toimitusvarmuudesta johtuvien osa- ja komponenttipuutteiden juurisyiksi voidaan todeta systemaattisen toimittaja-arvioinnin puuttuminen. Kun toimittajaa ei arvioida säännöllisesti, voi toimittajan heikkouksien havaitseminen ja siten niihin puuttuminen olla hankalaa. Myös komponentti- ja osapuutteiden systemaattinen seuranta puuttuu kohdeyrityksestä, joten analysoitavaa dataa komponentti- ja osapuutteiden juurisyistä ei ole. Tämän työn yhteydessä yritettiin ottaa käyttöön komponentti- ja osapuutteiden seuranta-järjestelmää, mutta työläytensä takia se jäi toteuttamatta. Varasto ja työnjohto seuraavat projekti- ja työnumerokohtaisesti puutteita, mutta eivät kerää siitä systemaattisesti dataa.

Osalla komponenteista on niin pitkä toimitusaika, että suunnittelun tulisi laittaa ne hankintaan jo ennen suunnittelun valmistumista. Tämä edellyttää, että suunnittelija on tietoinen komponenttien toimitusajoista. Hankinta-ajoista on aikanaan tiedotettu suunnittelua, mutta uusille suunnittelijoille tieto ei ole välttämää siirtynyt. Hankintaan liittyvän, suunnittelulle kohdistetun koulutuksen ja tiedotuksen puute on mahdollinen juurisyy komponenttien myöhästymisille. ERP- tai muissa järjestelmissä komponenttien hankinta-aikoja ei ole ilmoitettu, koska nimikkeistön laajuuden vuoksi hankinta-ajan lisääminen nimikkeen tietoihin olisi työlästä. Nimikkeistön laajuus johtuu ensisijaisesti siitä, että nimikkeitä luodaan jatkuvasti lisää eikä käyttämättömiä nimikkeitä poisteta. Nimikkeitä luovat enimmäkseen suunnittelijat ja niitä ylläpitää yksi henkilö muiden työtehtävien ohessa. Kuvassa 26 on analysoitu tarkemmin juurisyitä laajalle nimikkeistölle.



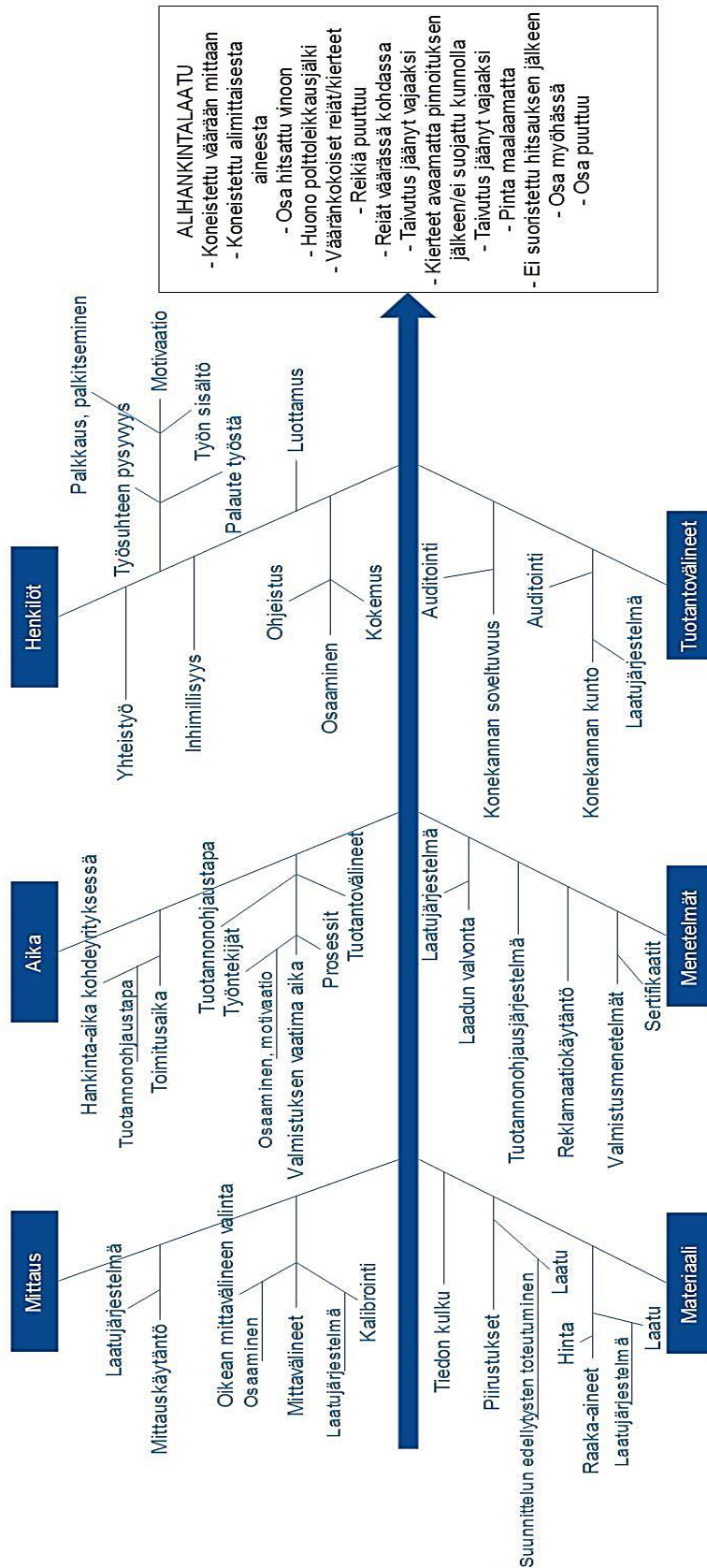
**Kuva 28.** Juurisyyt laajalle nimikkeistölle

Nimikkeitä luodaan jatkuvasti lisää, sillä tuotteiden vakioimattomuudesta johtuen tuotteissa käytetyt komponentit vaihtelevat. Osa uusista nimikkeistä luodaan tarpeeseen, mutta toisinaan luodaan uusi nimike jo nimikkeistöstä löytyvälle komponentille. Tämä voi olla seurausta ERP-järjestelmän huonosta etsintätoiminnosta, jolloin on helpompi luoda uusi nimike, kuin etsiä, löytyykö haluttu komponentti jo nimikkeistöstä. Järjestelmä vaatisi kehitystä ja vastuuhenkilön sitä hoitamaan. Nimikevastaavan toimenkuvan perustaminen rajoittaisi myös nimikkeistön laajentumista, kun yksi henkilö vastaisi uusien nimikkeiden perustamisesta ja ylläpitäisi nimikkeistöä. Tällä hetkellä kohdeyrityksestä puuttuu kyseinen vastuuhenkilö, joten nimikkeistö leviää, kun oikeuksia nimikkeiden luomiseen ei ole rajoitettu riittävästi. Koottuna hankinnan haasteiden juurisyiksi saatiin tuotteiden ja kokoonpanon työvaiheiden standardoimattomuus, tuotantotapa, koulutuksen ja perehdytyksen riittämättömyys ja systemaattisten toimittaja-arviointien sekä nimikevastaavan puuttuminen. Hankinnan haasteet aiheutuvat lähinnä muissa prosesseissa olevista epäkohdista, joten hankintatoimea kehittämällä ei juurikaan voida vaikuttaa kokoonpanon tuottavuuteen.

### **5.3 Juurisyyt alihankinnan toimitusvarmuus- ja laatuhaasteille**

Alihankinnan suurimmat haasteet ovat laatu ja toimitusvarmuus, kuten luvussa 4.3 todettiin. Vaikka piirustusten laatu on merkittävä haaste myös alihankinnassa, käsitellään tässä luvussa vain ne tapaukset, joissa kohdeyrityksen alihankkijalle toimittamat piirustukset ja muu materiaali ovat olleet kunnossa. Suunnittelupuutteisiin liittyvät tapaukset on käsitelty luvussa 5.1. Alihankintahaasteiden juurisyiden kattava analysointi vaatisi vierailuja alihankkijoiden tiloissa ja tutustumista heidän toimintaansa. Koska kohdeyrityksellä on useita alihankkijoita ja tähän työhön käytettävä aika on rajallinen, pohditaan juurisyitä alihankintatarkastajan sekä alihankinnasta vastaavan ostopäällikön ja ostajan asiantuntemuksen pohjalta.

Kuvassa 29 on esitetty syy-seurauskaavio alihankintapuutteille ja -virheille. Kuvan 29 kaavion oikeassa reunassa on laite seurannan aikana esiin tulleita alihankintavirheitä ja mahdolliset syyt näille virheille on jaoteltu kuuteen luokkaan, jotka ovat mittaus, aika, henkilöt, materiaali, menetelmät ja laitteet. Eniten alihankintalaatuun vaikuttavista tekijöistä ilmeni henkilöihin liittyviä syitä. Alihankintatarkastajan näkemys onkin, että suurin osa laatuvirheistä johtuu inhimillisyydestä. Inhimilliset virheet voivat olla seurausta esimerkiksi työntekijän vireystilasta tai työympäristöstä. Kiire ja stressi ovat yleisiä inhimillisen virheen aiheuttajia. Ne voivat johtua liian suuresta työkuormasta ja kiireisestä aikataulusta, jotka taas aiheutuvat kohdeyrityksen alihankkijalle antamasta lyhyestä toimitusajasta.



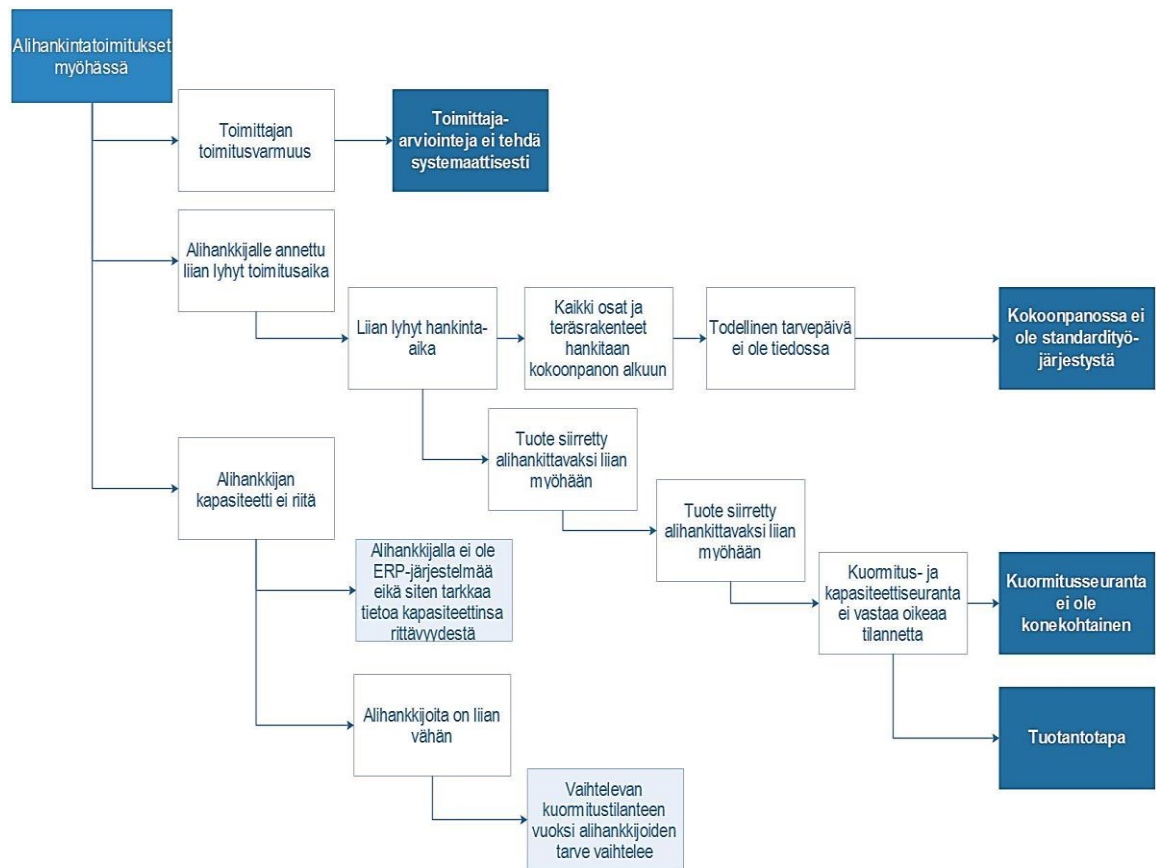
*Kuva 29. Alihankintalaatuun vaikuttavat tekijät*

Laatuun vaikuttaa myös ostajan ja toimittajan välinen suhde. Vaihteleva kuormitustilanne vaikeuttaa pitkäaikaisten sopimusten tekemistä, sillä on mahdotonta luvata töiden jatkuvan pitkällä tähtäimellä. Alihankinnan tarve vaihtelee kohdeyrityksessä yhtä suuresti kuin liiketoiminnan volyymi. Tällöin alihankkijoilta ostetaan puuttuvaa kapasiteettia kysynnän ollessa korkea, ja huonompina aikoina tuotanto "vedetään kotiin". Kun alihankkijoita käytetään enimmäkseen tasapainottamaan tuotantokapasiteettia, on seurauksena sitoutumisen ja luottamuksen puute, mikä on syynä vaihtelevaan laatuun. Pitkäaikaisten sopimusten puute luo alihankkijoihin kohdeyritykseen liittyvää epävarmuutta, sillä alihankkijat tietävät, että vaikka he toimittaisivat huippulaatuisia tuotteita, voi yhteistyö katketa kohdeyrityksen suuresti vaihtelevan tilanteen vuoksi. On mahdollista, että osa alihankkijoista kiinnittäisi suurempaa huomiota toimittamiensa tuotteiden laatuun, jos he voisivat olla varmoja, että yhteistyö jatkuu vielä pitkällä aikavälillä. Vaihtelevasta kuormitustilanteesta johtuen on haastavaa luoda alihankkijoiden kanssa luottamuksellisia toimittajasuhteita, joissa on mahdollista kehittää yhteisiä toimintatapoja, osaamista ja laatua ja siten tehdä toiminnasta molemminpuolisesti kustannustehokasta.

Alihankkijoiden on myös hankalaa kehittää laatuaan etenkin teräsrakenteiden tapauksessa, sillä samoja tuotteita ei valmisteta aina samalla alihankkijalla. Tämä johtuu osittain siitä, että kohdeyrityksessä ei ole tarkasti määritelty yrityksen ydinosamista ja ulkoistettu kokonaan niitä tuotannon osia, joita ei pidetä strategisesti tärkeinä, mikä johtaa alihankkijan käyttämiseen kapasiteetin tasoittajana. Jos tietyt tuotteen osat ulkoistettaisiin täysin, olisi mahdollista tehdä pidempiaikaisia sopimuksia ja siten luottamuksen ja osaamisen kehittymisen kautta parantaa laatua. Ydinosamisen määrittelemättömyys aiheuttaa myös laatuongelmia kuormitustilanteen ollessa korkea. Tällöin alihankintaan saatetaan laittaa kriittisiä osia, joiden valmistus vaatii kokemusta ja ammattitaitoa ja joissa valmistusvirheet tulevat erityisen kalliiksi. Tällaisissa tapauksissa riski laatuvirheiden syntymiseen on suuri ja korjauskustannukset korkeat.

Joissain tapauksissa alihankkijan osaaminen ei täysin vastaa kohdeyrityksen vaatimuksia tai alihankkijan toimintatapa lisää valmistusvirheen riskiä. Alihankinnasta vastaava ostopäällikkö koki, että kohdeyrityksestä ei osata välittää toimittajille riittävän tarkkaa tietoa, millaista laatua vaaditaan eli kommunikointi alihankkijoiden kanssa ei ole riittävän avointa ja täsmällistä. Alihankkijoiden toimintaohjeeksi tarkoitettussa Toimittajan käsikirjassa (Toimittajan käsikirja 2003) on määritelty melko suurpiirteisesti laatuvaatimukset eikä käsikirjaa ole päivitetty nykyisten toimintatapojen ja vaatimusten mukaiseksi. Myöskään kohdeyrityksen oma toiminta ei anna toimittajille viitteitä halutusta laadusta. Toinen merkittävä tekijä on alihankkijoiden laatutoiminta. Suurimmalla osalla alihankkijoista on ISO 9001 -sertifikaatti, mutta toiminta ei ole sen mukaista. Esimerkiksi mittavälineitä ei kalibroida säännöllisesti. Alihankinnan laatuvirheiden juurisyiksi voidaan todeta pitkäaikaisten sopimusten puuttuminen, heikot toimittaja-ostajasuhteet sekä kiireinen aikataulu, jolle juurisyitä on pohdittu kuvassa 30.





**Kuva 30. Juurisyyt alihankintatoimitusten myöhästymiselle**

Alihankinnan toimitusvarmuuteen vaikuttavat toimittajan ominaisuudet sekä annettu toimitusaika. Toimitusajan pituuden määrää hankinta-aika, johon vaikuttavat tuotanto-suunnitelma sekä suunnittelun ja valmistussuunnittelun aikatauluonnistuminen. Teräsrakenteiden hankinta-aikaan vaikuttaa myös kohdeyrityksen kuormitus ja sen seuranta. Monesti teräsrakenteita siirretään alihankintaan siinä vaiheessa, kun todetaan, että oman tuotannon kapasiteetti ei riitä niiden valmistukseen. Tällöin hankinta-aika jää usein huomattavan lyhyeksi. Kapasiteetin riittävyyttä on vaikea ennakoida ERP-järjestelmän kautta, sillä se ei anna täysin oikeaa kuvaa tuotannon tilasta. Jos työt eivät etene täysin tuotantosuunnitelman mukaan, työntöohjattu tuotantojärjestelmä aiheuttaa etenkin ras-kaaseen koneistukseen ruuhkaa, jota on vaikea purkaa pitkistä vaiheajoista johtuen. Täl-löin valmistusta aletaan siirtää myöhäisessä vaiheessa alihankintaan, ja toimitusaika jää hyvin lyhyeksi.

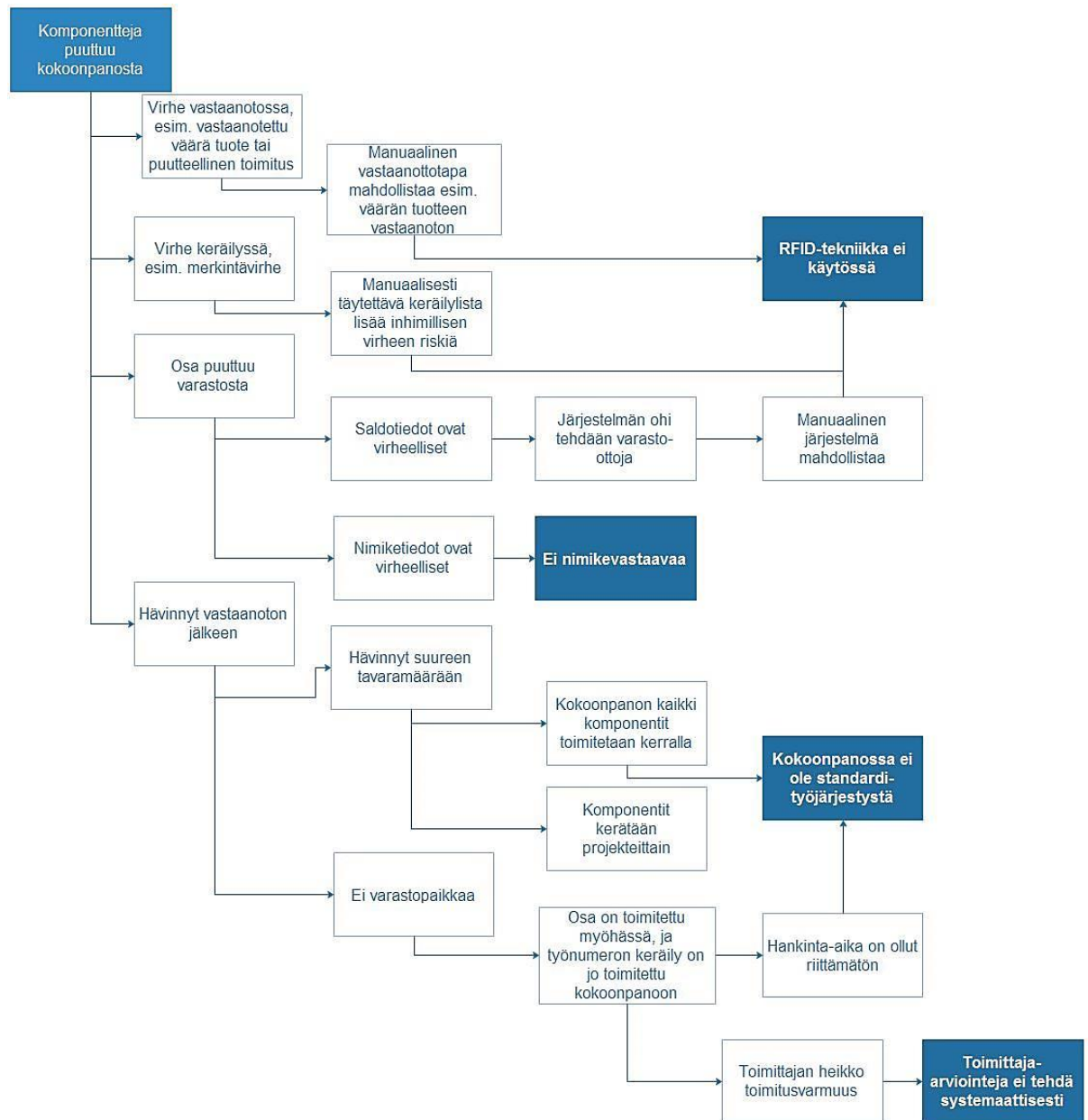
Toimitusajan riittävyys on myös riippuvainen alihankkijan tuotantojärjestelmästä ja sen hallitsemisesta. Useimmissa tapauksissa alihankkijoilla ei ole kehittyntä tapaa ohjata ja seurata tuotantoa tuotannonohjausjärjestelmän puuttumisen takia. Tällöin tuotannon hallitseminen on haastavaa, mikä vaikeuttaa aikataulussa pysymistä. Alihankkijat myös ylikuormittuvat helposti, sillä usein he ottavat vastaan kaikki tarjolla olevat työt ja ilman tuotannonohjausjärjestelmää on kuormitus tilanteen seuraaminen vaikeaa. Kohdeyrityk-sen kuorman olleessa korkea alihankkijoiden määrä ei ole riittävä, jolloin alihankkijat

ylikuormittuvat, mistä seuraa laatuvirheitä ja toimitusten myöhästymisiä. Juurisyytä alihankintatoimitusten myöhästymiseen ovat näin ollen kohdeyrityksen tuotantojärjestelmä sekä kuormituslaskenta. Lisäksi kokoonpanon standardityöjärjestyksen puuttumisen vuoksi todelliset tarvepäivät eivät ole tiedossa, mikä lyhentää hankinta-aikaa tiettyjen alihankintaosien ja -rakenteiden kohdalla. Teräsrakenteiden tapauksessa tiettyjen rakenteiden ulkoistaminen tasaisi kuormaa ja parantaisi toimitusvarmuutta sekä helpottaisi arvioimaan alihankkijoiden määrän tarvetta.

## 5.4 Varastotoimintaan liittyvien haasteiden juurisyyanalyysi

Varastotoiminnasta kokoonpanon tuottavuuteen eniten vaikuttava tekijä on häviämisistä johtuvat osa- ja komponenttipuutteet. Osien ja komponenttien häviämiselle varastossa voi olla useita syitä, kuten varastotilojen ahtaus ja epäjärjestys, tuotteiden vaikea jäljitettävyys tai suurien tavaramäärien käsittely kerralla, esimerkiksi keräys tehdään projekteittain eli useamman laitteen osat ja komponentit kerätään samaan paikkaan. Tällöin yksittäiset komponentit saattavat hukkuu suureen massaan ja löytäminen voi olla vaikeaa. Komponentteja saattaa puuttua myös järjestelmässä olevista vääristä varastonimeketiedoista johtuen. Komponentin katoaminen voi tapahtua missä tahansa varastotoiminnan vaiheessa ja johtua esimerkiksi inhimillisestä erehdyksestä, tuotannonohjausjärjestelmän ominaisuuksista, toimintatavoista tai ohjeistuksesta. Varastotoiminnasta johtuvia osa- ja komponenttipuutteiden syitä on analysoitu kuvassa 31.

Koska vastaanotto ja keräily tehdään manuaalisesti, on inhimillisen virheen riski suuri. Esimerkiksi vastaanotossa saapuvan tavaran paljoudesta johtuen kaikkea ei ole mahdollista tarkastaa kunnolla, jolloin vastaanotettu tuote saattaa olla puutteellinen, virheellinen tai toimitusmäärä ei vastaa tilattua määrää. Manuaalisesti täytettävä keräilylista lisää väärin tehdyn merkinnän riskiä, minkä vuoksi keräilystä voi puuttua komponentteja etenkin, jos niiden määrä on suuri. Erityisen helposti häviäviä komponentteja ovat jälkitoimitukset, sillä niille ei ole enää paikkaa varastossa. Jälkitoimitukset ovat seurausta myöhässä olevasta toimituksesta tai komponenttipuutteesta, joka on voinut aiheutua suunnittelupuutteesta, vääristä nimiketiedoista tai varastossa häviämisestä. Suunnittelupuutteisiin ja hankintaan liittyvien puutteiden juurisyytä on käsitelty luvuissa 5.1–5.3. Komponentit voivat hävitä tavaran paljouden seurauksena, sillä kuten luvussa 4.4 todettiin, kerätään kaikki projektin komponentit samaan paikkaan. Tavaran suuri määrä varastolla on osittain seurausta kokoonpanon työjärjestyksen standardoimattomuudesta. Yhden projektin kaikkien laitteiden kokoonpanot on usein ajoitettu alkavaksi viikon tai kahden sisällä toisistaan ja kaikki laitteisiin tarvittavat osat ja komponentit toimitetaan kokoonpanojen alkuun. Tällöin varastoon tulee kerralla suuri määrä osia ja komponentteja, joita yritetään hallita yhtenä suurena kokonaisuutena. Puutteiden havaitseminen suuresta tavaramäärästä voi olla hankalaa



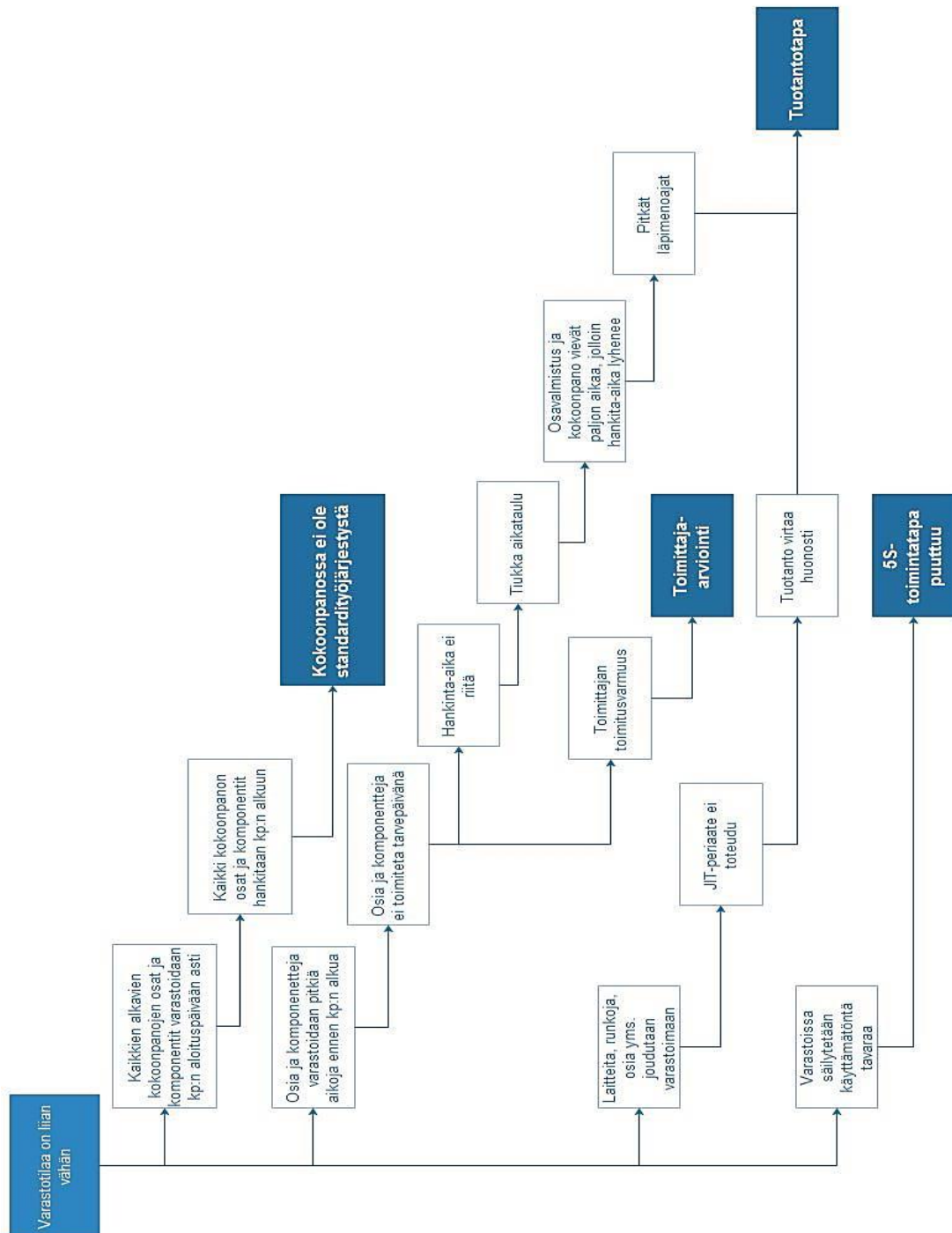
**Kuva 31.** Varastotoiminnasta johtuvien osa- ja komponenttipuutteiden juurisyitä

Varastonimikkeiden puutteet kokoonpanossa johtuvat usein varaston saldotiedoissa olevista virheistä tai tuotannonohjausjärjestelmässä olevista vääristä nimiketiedoista. Tuotannonohjausjärjestelmässä voi ostettavan komponentin kohdalla olla virheellinen merkintä, että kyseessä on varastonimike, jolloin tuotetta ei osteta, ja puute huomataan vasta keräilyvaiheessa. Virheelliset nimiketiedot ovat seurausta nimikevastaavan puuttumisesta, sillä tällä hetkellä kukaan ei ole vastuussa nimikkeiden päivityksestä ja perustamisesta. Saldotietojen virheellisyys johtuu monesti järjestelmän ohi tehdyistä varasto-otoista. Asentajat saattavat hakea tarvitsemansa komponentin omatoimisesti varastosta, jos se puuttuu heille toimitetusta keräilystä. Komponenttipuute voi taas johtua keräilyvirheestä, joka on seurausta manuaalisen järjestelmän mahdollistamista virheistä. Toisinaan

varastosaldot saattavat muuttua hyvin nopeasti, jos varaosia myydään asiakkaan yllättävään tarpeeseen. Komponenttipuutteiden juurisyyt ovat useissa tapauksissa manuaalinen vastaanotto- ja keräysjärjestelmä, nimikevastaavan puuttuminen sekä kokoonpanon standardityöjärjestelmän puuttuminen, mikä aiheuttaa suurten tavaramäärien kertymisen varastoon.

Toinen kokoonpanon tuottavuuteen suuresti vaikuttava tekijä on omassa tuotannossa valmistettavien osien ohjautuminen kokoonpanopaikalle, mistä vastuussa on sisälogistiikka. Jotta osat ohjautuisivat oikein kohdeyrityksen tuotannossa, tarvitaan niihin työkortit, jotka kertovat seuraavan työvaiheen. Jos työkortti puuttuu, eivät trukkipuutteet osaa kuljettaa osia oikeaan vaiheeseen. Työväiheistä eniten häviämisiä aiheutuu maalauksesta, sillä työväiheeltä puuttuu tuotannonohjausjärjestelmästä työjono. Jonon puuttuessa osien valmiusastetta ei ole mahdollista seurata ja siten ei tiedetä, onko osa maalaukseen menossa, maalauksessa vai valmis. Maalauksesta valmiit osat viedään joko niille varattuun peltihalliin tai pihalle varastotilan loppuessa. Koska maalauksessa työkortteja ei voi pitää kappaleiden mukana ja useita kappaleita on samaan aikaan maalattavana, eivät työkortit aina päädy oikealle lavalle maalatun kappaleen kanssa. Ilman työkorttia väli-varastoon kokoonpanoa odottamaan vietyä osaa on vaikea myöhemmin löytää, kun tunnistet puuttuvat. Varastosta löytämistä vaikeuttaa myös varastojen järjestäytymättömyys eli väli-varastotiloja ei ole järjestetty esimerkiksi tuote- tai projektikohtaisesti. Pääasiallisesti omassa tuotannossa valmistettavien osien katoamisen juurisyyksi voidaan todeta maalaustyöväiheen heikko ohjautuvuus ja seurattavuus sekä 5S-toimintatavan puuttuminen varastoista.

Yksi syy osien, komponenttien ja jopa teräsrakenteiden häviämiseen on varastotilan vähyys, jolle on esitetty juurisyytä kuvassa 32, sekä varastojen heikko organisointi. Epäselvä järjestys on seurausta varastoitavan tavarantoiminnan määrästä. Kun tietyille osille ja komponenteille varatut varastot ovat täynnä, joudutaan niitä varastoimaan niille kuulumattomissa paikoissa. Tällöin varastojen epäjärjestys lisääntyy ja tavaroiden löytäminen hankaloituu. Varastojen täyttyminen johtuu osittain 5S-toimintatavan puutteesta. Varastoista ei säännöllisesti poisteta tarpeettomia tavaroita, jolloin käyttämättömät tavarat vievät varastotilaa. Etenkin ulko-varastoista puuttuu järjestelmällisyys eikä esimerkiksi projektien komponenttivarastolle ole yhtenäistä, standardia varastointitapaa, mikä helpottaisi tavaroiden järjestämistä ja siten löytymistä. Toinen syy varastotilan vähyteen on varastoitavien tavaroiden määrä, joka johtuu aiemmin läpikäydystä kokoonpanon standardityöjärjestyksen puuttumisesta sekä myös komponenttien ja osien myöhästymisestä toimituksista. Projektin komponentteja joudutaan varastoimaan useita viikkoja, sillä saapuneita tavaroita seisotetaan varastossa, kunnes lähes kaikki komponentit ovat saapuneet. Syynä tähän on tuotantotapa sekä systemaattisten toimittaja-arviointien puuttuminen. Lisäksi tuotantotapa lisää varastoitavan tavarantoiminnan määrää, sillä luvussa 2.3.2 esitelty JIT-periaate ei toteudu, jolloin tavaroita on varastoitava.



**Kuva 32. Juurisyyt varastotilan puutteelle**

Varastotoiminnasta kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttaa eniten komponenttipuutteet. Komponenttipuutteille löydettiin useita juurisytä, joista suurin osa oli samoja kuin aiemmin on todettu muille haasteille eli kokoonpanon standardityöjärjestyksen puuttuminen, tuotantotapa sekä nimikevastaavan ja systemaattisten toimittaja-arviointien puuttuminen. Lisäksi RFID-järjestelmän tai muun teknologian puuttuminen varaston toiminnoista lisää inhimillisen virheen riskiä ja 5S-toimintatavan puute on juurisyy varastotilan vähyydelle ja siten komponenttien ja osien häviämiseksi.

## 6. KEHITYSEHDOTUKSET KOKOONPANON TUOTTAVUUDEN EDELLYTysten KEHITTÄMISEKSI

Kokoonpanon haasteiden merkittävimmit juurisyiksi todettiin kokoonpanon standardijärjestyksen puuttuminen, funktionaalinen tuotantojärjestelmä, Master-mallien puuttuminen ja laitteiden standardoimattomuus sekä systemaattisten auditointien puute. Lisäksi osaamisen ja perehdytyksen taso, nimikevastaavan puuttuminen sekä RFID-järjestelmän tai muun vastaavan teknologian puute varastolla vaikuttavat osaltaan kokoonpanon tuottavuuteen. Seuraavissa luvuissa kuvataan kehitystoimet kokoonpanon tuottavuuden edellytysten parantamiseksi. Tavoitteena on suunnitella kehitystoimenpiteet, jotka ovat toisiaan tukevia ja lean-ajatusmaailman mukaisia. Kehitysehdotuksista muodostetaan kokonaisuus, joka koostuu toisiinsa yhteensopivista ja toisiaan tukevista kehitystoimista. Periaatteena on, että kokoonpano on muiden vaiheiden asiakas, jota on pystyttävä palvelemaan. Kehitys aloitetaan määrittelemällä kohdeyrityksen ydinosaaminen, jonka jälkeen selkiytetään ja vakioidaan kokoonpanon toiminta. Lopuksi muut toiminnot järjestetään niin, että ne pystyvät vastaamaan kokoonpanon vaatimuksiin. Kehitysehdotuksissa keskitytään tuotannon ja alihankintatoiminnan kehitykseen, sillä kohdeyrityksessä on jo meneillään kehitysprojekteja koskien suunnittelua, henkilöstöä sekä laatuosastoa. Lisäksi tuotannon ja alihankintatoiminnan kehittämällä nähdään suunnittelun lisäksi olevan suurin vaikutus kokoonpanon tuottavuuden edellytysten parantamiseen.

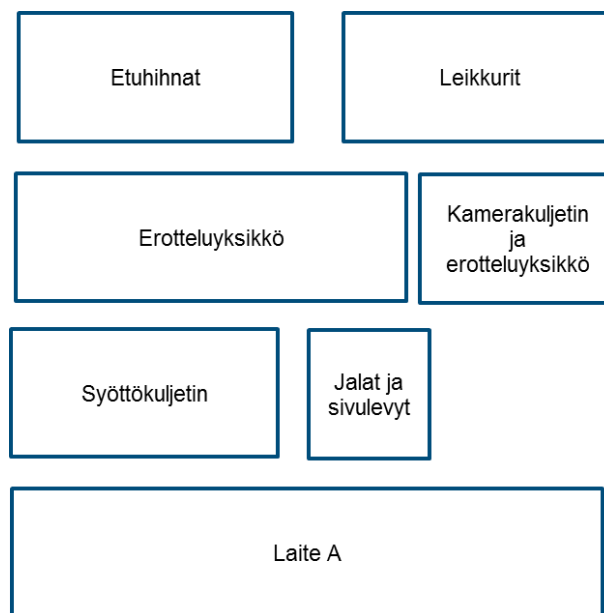
### 6.1 Ydinosaamisen määrittely

Kehitystoimenpiteet keskittyvät enimmäkseen tuotantojärjestelmän uudistamiseen, joten suunnitelman lähtökohdaksi on määriteltävä, mitä kohdeyrityksen Suomen yksikössä valmistetaan, jotta näiden tuotteiden valmistus saadaan toimimaan parhaalla mahdollisella tavalla. Jatkossa keskitytään vain niihin tuotteisiin ja toimintoihin, jotka ovat strategisesti tärkeitä ja joissa osaamisen taso on hyvä. Valinta voidaan tehdä tuotekohtaisesti esimerkiksi luvussa 2.3 esitetyllä make or buy –analyysillä. Valintaan vaikuttavat muun muassa tuotteiden merkittävyys liiketoiminnalle sekä osaamisen taso. Tällä hetkellä laitteiden kohdalla jako on melko selkeä, mutta esimerkiksi teräsrakenteiden valmistuspaikat vaihtelevat tilanteen mukaan eli niiden tapauksessa vaaditaan analysointia. Kun oman valmistuksen tuotteisto on päätetty, voidaan aloittaa tuotteiden ryhmittelyn ja tuotantosolujen suunnittelu tuotannon virtautusta varten. Tähän keskitytään luvussa 6.3.

## 6.2 Kokoonpanon standardityöjärjestys

Kuten luvussa 2.5.2 kuvattiin, on poikkeavuuksien vähentäminen edellytys laadukkaan työn tuloksen varmistamiseksi. Kokoonpanossa poikkeamia voidaan hallita suunnitelmalla vakioitu työjärjestys jokaiselle laitteelle, jolloin kokoonpano suoritetaan aina samassa järjestyksessä. Standardityöjärjestyksellä tavoitellaan toiminnan selkeytymistä sekä työn laadun, tuottavuuden ja motivaation paranemista. Vakioidun työjärjestyksen suunnittelussa määritellään, missä järjestyksessä osakokoonpanot tehdään ja mitkä niistä tehdään rinnakkain, minkä jälkeen määritetään vaiheet, jotka osakokoonpanon valmistaminen vaatii ja niiden järjestys. Kun työ suoritetaan aina samassa järjestyksessä, helpottuu hukan tunnistaminen ja siten sen eliminoiminen prosessista. Kokoonpanon standardityöjärjestys asettaa myös vaatimukset sitä edeltäville prosesseille, kuten hankinnalle, valmistukselle ja varastolle, määrittelemällä osien ja komponenttien tarvepäivät työjärjestyksen kautta. Standardityöjärjestystä seuraavissa kehitysvaiheissa onkin kehitettävä näitä prosesseja niin, että ne pystyvät vastaamaan kokoonpanon vaatimuksiin. Näihin prosesseihin on keskitytty luvuissa 6.5–6.7.

Työjärjestyksen suunnittelu aloitetaan laitteesta 8123. Työjärjestyksen pohjaksi otetaan luvun 3.2 kuvassa 20 esitetty tulevaisuudentilankuvaus laitteen 8123 kokoonpanosta. Osakokoonpanot ja niiden suoritusjärjestys on esitetty kuvassa 33. Etuhihnat, erotteluyksikkö, syöttökuljetin sekä laite A kokoonpannaan rinnakkain. Etuhihnat, erotteluyksikkö ja syöttökuljetin kuuluvat kamerakuljetin ja erotteluyksikkö -kokoonpanoon, joka aloitetaan näiden valmistuttua. Myös jalat ja sivulevyt kuuluvat kyseiseen kokoonpanoon, joten niiden valmistelu aloitetaan syöttökuljettimen kokoonpanon valmistuttua. Kun kaikki kokoonpanot ovat valmiita, kasataan laitteet linjaksi ja koekäytetään.



**Kuva 33.** Laitteen 8123 osakokoonpanot

Kun laitteen 8123 osakokoonpanojen järjestys on määritelty, määritellään vielä laitekohtaisesti tarkemmat kokoonpanon työvaiheet, eli missä järjestyksessä kokoonpano suoritetaan. Näin saadaan selville osien ja komponenttien todelliset tarvepäivät ja selkiytetään kokoonpanoa. Määriteltyjen työvaiheiden pohjalta luodaan työohjeet, jotka kertovat selkeästi ja helposti ymmärrettävästi työvaiheet. Työohjeet laaditaan siten, että ne ovat riittävän tarkkoja, jotta työ voidaan suorittaa niiden perusteella ja niistä voidaan hyötyä. Alkuun laaditaan karkean tason työohjeistus, ja kun vakioinnissa on päästy tietylle tasolle, voidaan ohjeita alkaa tarkentaa. Ohjeiden tulee kuitenkin jättää varaa työntekijöiden vaikutusmahdollisuuksille, joten liian tarkalle tasolle työohjeita ei viedä. Työjärjestyksen määrittely helpottaa myös uusien asentajien työtä, sillä se antaa pääpiirteittäiset ohjeet, kuinka kokoonpano suoritetaan. Lisäksi ohjeiden avulla on mahdollista siirtää kokeneiden asentajien asiantuntemusta uusille työntekijöille.

Standardityöjärjestyksen kehittäminen annetaan pääasiallisesti työntekijöiden tehtäväksi, sillä heillä on paras käsitys työvaiheista ja niiden suorittamisesta. Lisäksi jos työntekijät laativat itse toimintaohjeet, he todennäköisemmin myös seuraavat niitä. Kokoonpanojärjestyksen määrittämisen jälkeen järjestetään kokoonpanopaikat ja niihin tarvittavat työkalut ja välineet. Laitteen 8123 osakokoonpanoille tarvitaan neljä kokoonpanopaikkaa sekä loppukokoonpanopaikka, johon osa linjasta kasataan koekäyttöä varten. Nykyisin käytettävissä oleva tila soveltuu tähän pienin muutoksin, jotka koskevat lähinnä työpisteiden järjestelyä ja tilojen varaamista tarvittaville osille ja komponenteille. Työpisteiden järjestämisestä vastaavat asentajat, jotka tulevat pisteessä työskentelemään.

Kun työjärjestys ja työohjeet on laadittu ja kokoonpanopaikat järjestetty, tehdään pilottikokeilu. Ensimmäiseen kokeiluun on erityisseurannan avulla huolehdittava, että kokoonpanoon tarvittavat rungot, osat ja komponentit toimitetaan ajallaan, sillä tässä vaiheessa muiden prosessien kehitys on vielä kesken. Pilottikokeilun tarkoituksena on testata tehdyn suunnitelman toimivuutta, jonka jälkeen tehdään tarvittavat muutokset työohjeisiin ja kokoonpanopaikoille. Lisäksi saadaan selville, kuinka paljon työjärjestyksen määrittämisellä saadaan parannettua kokoonpanon tuottavuutta. Tuloksen ollessa hyvä tehdään seuraava kokeilu parannetulla työjärjestyksellä ja aloitetaan näin standardityöjärjestyksen jatkuva parantaminen.

Standardityöjärjestystä sovelletaan seuraavaksi laitteelle 8161, jolle on myös määritelty osakokoonpanojen järjestys tulevaisuudentilankuvauksessa luvussa 3.2. Laitteen 8161 standardityöjärjestyksen onnistunut toteutus vaatii jo muutoksia osavalmistukseen, sillä laitteessa on paljon hitsattuja ja koneistettuja teräsrakenteita sekä koneistettavia osia, joiden toimitusvarmuus voi olla heikko. Toimitusvarmuuden lisäksi on varmistettava, että sekä oman tuotannon että alihankkijoiden toimittamien osien ja rakenteiden laatu on kunnossa. Pilottikokeiluissa nämä seikat huomioidaan valvomalla toimituksia ja laatua erityisen tarkkaan, mutta luvuissa 6.3–6.9 esitettyjen kehitystoimenpiteiden kautta pyritään korjaamaan laatuun ja toimitusvarmuuteen liittyvät haasteet pysyvästi.

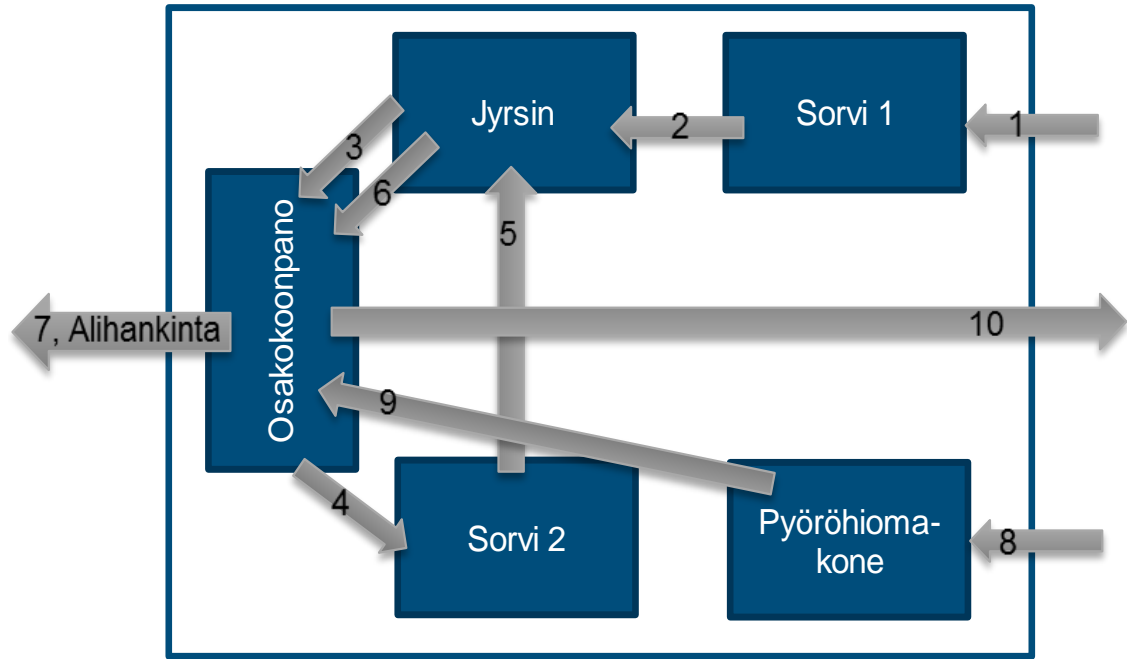


### 6.3 Tuotannon virtauttaminen

Tuotannon virtautuksella tarkoitetaan tuotantojärjestelmän suunnittelua niin, että valmistettavat kappaleet pääsevät etenemään tuotannossa mahdollisimman sujuvasti. Hyvin virtaavassa tuotannossa välivarastoja ja kuljetuksia vaiheelta toiselle on vähän. Tällöin tuotanto on sujuvampaa ja valmistuksen läpäisy aika lyhenee. Kokoonpanon tuottavuuden kannalta tuotannon virtauttaminen tarkoittaa osien parempaa toimitusvarmuutta ja siten tuottavuuden kasvua. Koska tuotemäärä kohdeyrityksessä on suuri ja siten erilaisia valmistettavia osia on hyvin paljon, ei tämän työn puitteissa suunnitella yksityiskohtaisesti uutta tuotantojärjestelmää vaan annetaan suuntaviivat, miten tuotantoa tulisi kehittää.

Tuotanto virtautetaan siirtymällä funktionaalisesti järjestetystä tuotannosta luvussa 2.1.1 esiteltyyn ryhmäteknologiseen solutuotantojärjestelmään niiltä osin kuin se on kannattavaa, minkä lisäksi muodostetaan tuoteperusteisia osavalmistusyksiköitä. Tuotantojärjestelmän muuttaminen solujärjestelmäksi kehittää läpinäkyvyyttä, helpottaa ohjattavuutta, kun ohjauspisteiden määrä vähenee, ja parantaa motivaatiota sekä laatutasoa, sillä työntekijät saavat enemmän vastuuta. Solut helpottavat myös sisälogistiikkaa, kun ohjauspaikkoja on vähemmän. Ryhmäteknologiseen järjestelmään päädyttiin koneistuksen osalta, sillä tuotteiden volyymit vaihtelevat suuresti, jolloin tuoteperusteinen järjestelmä ei ole kannattava, koska koneiden käyttöasteet jäävät pieniksi. Lisäksi kohdeyrityksestä valmistettavista kappaleista osa on jo ryhmitelty setteihin valmistusvaiheiden mukaan, joten ryhmäteknologiseen valmistukseen siirtymiselle on olemassa hyvä lähtökohta tuotteiden näkökulmasta. Osavalmistuksen jakamista tuoteryhmiin ja valmistussoeluihin puoltaa myös kokoonpanon työntekijöiden hyvä kokemus tiimeihin jakamisesta, joka paransi ryhmähenkeä ja selkeytti työnjakoa.

Solujen suunnittelun pohjalla käytettiin valmiiksi määriteltäviä settejä, minkä lisäksi tutkittiin samantyyppisiä ja usein valmistettavia kappaleita, joissa valmistusvaiheita on useita. Näiden havaintojen pohjalta päädyttiin muodostamaan kaksi ryhmäteknologista solua. Toinen solu koostuu neljästä työstökoneesta eli kahdesta sorvista, jyrsimestä ja pyörähiomakoneesta sekä yhdestä osakokoonpanopisteestä. Solussa työskentelee neljä henkilöä. Solussa valmistetaan muun muassa laitteeseen 8161 kuuluvia rullia, akseleita, karoja ja sylinterin päätyjä, joiden vuotuinen volyymi on melko suuri. Solussa valmistettaviksi kappaleiksi käyvät kaikki, joiden valmistukseen vaaditaan edes osaa solun resursseista, mutta ne kappaleet, joilla on vain yksi tai kaksi valmistusvaihetta solussa, pyritään valmistamaan muilla koneilla solun ulkopuolella. Edullisin layout tälle solulle on U-muodostelma, sillä työvaiheiden järjestys vaihtelee kappaleiden mukaan. Koska useimmissa solussa valmistettavissa kappaleissa on alihankintavaiheita, olisi paras sijainti solulle lähellä varastoa, josta kappaleet lähetetään alihankintaan ja vastaanotetaan sieltä. Solun tahti määräytyy hitaimman resurssin mukaan. Kuvassa 34 on esitetty koneistussolun layout sekä osan B työnkulku solussa. Valmistettava erä koko on yksi.

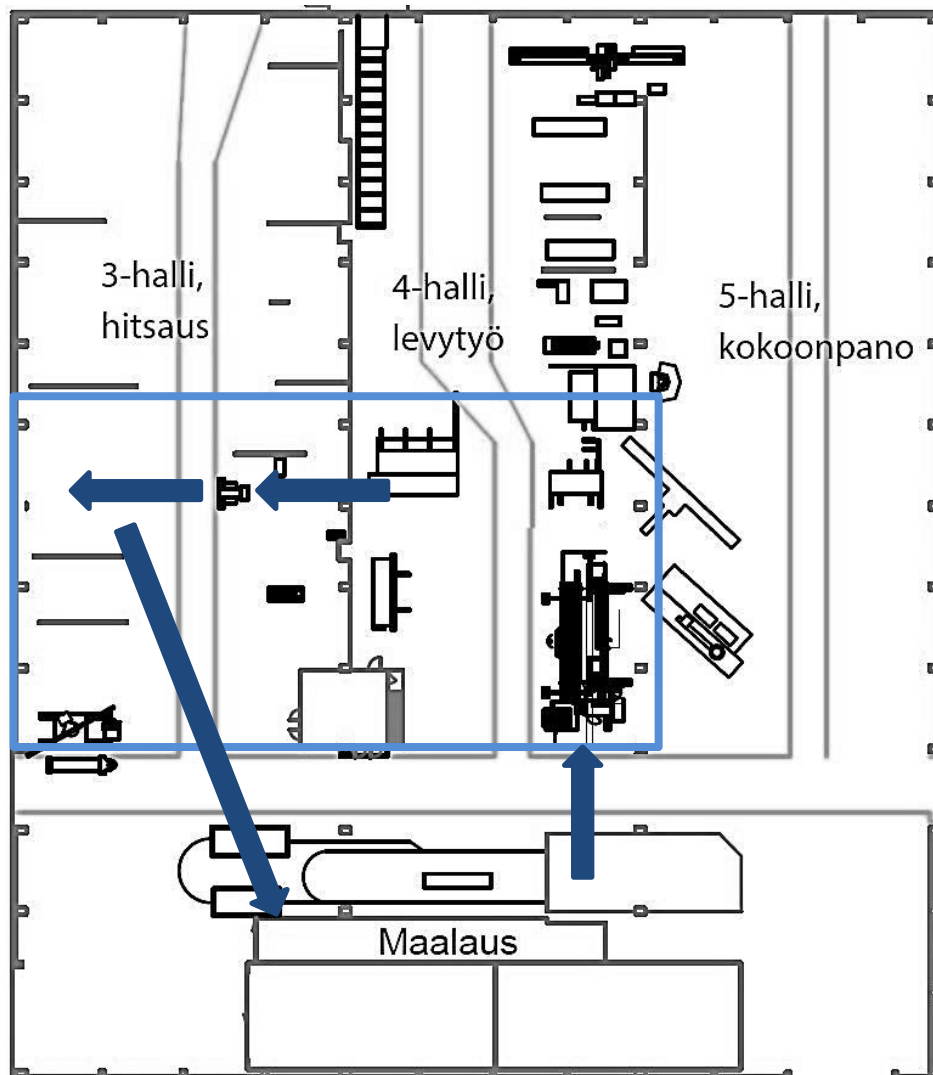


**Kuva 34.** Koneistussolun layout ja osan B työnkulku solussa

Ryhmäteknologiseen solutuotantoon siirtyminen vaatii uuden layoutin suunnittelun tuotantotiloille, kun samoja valmistusvaiheita vaativat kappaleet luokitellaan valmistusvaiheiden mukaan ryhmiin ja kootaan yhteen niiden valmistukseen tarvittavat resurssit tuotantosoluiksi. Kun resurssit sijoitellaan toimitusketjua ajatellen oikeaan paikkaa, kuljetukset, varastot ja odotusaika vähenevät, mistä seuraa lyhyempi läpäisy aika ja KET:n määrän pienentyminen. Etenkin niiden tuotteiden läpäisy aika, joissa on pitkä vaiheketju, lyhenee huomattavasti. Esimerkkinä tästä on luvussa 3.1 kuvassa 17 esitetty laitteen 8161 osa B, jonka läpäisy aika on mahdollista ainakin puolittaa aiemmin kuvatulla solutuotantojärjestelmällä. Tällä hetkellä osan valmistukseen kuluu noin 7 viikkoa, josta vaihe aika on 2 viikkoa. Poistamalla vaiheiden väliset kuljetukset ja odotusajan, kun resurssi on varattuna muille töille, lyhennetään läpäisy aika huomattavasti. Koska koneistussoluun kuuluvat koneet sijaitsevat tällä hetkellä hyvin lähellä toisiaan, voidaan solulle tehdä pilottikokeilu siirtämättä niitä. Jos kokeilulla saavutetaan haluttuja tuloksia, voidaan aloittaa uuden layoutin suunnittelu. Layoutissa on otettava huomioon muidenkin koneiden väliset yhteydet, joiden perusteella valitaan parhaat mahdolliset sijainnit. Tämä vaatii tarkkaa tuotteiston ja sen valmistukseen vaadittavien vaiheiden läpikäyntiä, joten se jätetään laajuutensa vuoksi tämän työn ulkopuolelle.

Pienempien hitsattujen ja koneistettujen teräsrakenteiden valmistusta varten voidaan koota esikäsitellyn, porauksen, hitsauksen, maalauksen ja jyrsinnän muodostama solu. Solun muodostaminen ei vaadi kovinkaan suuria muutoksia, sillä kyseiset resurssit sijaitsevat toistensa läheisyydessä. Solua varten varataan osa hitsaamosta sekä johdepora. Maalaus ja esikäsitely toimivat yhteisinä resursseina, jotka ovat sovittuina ajankohtina runkosolun käytössä. Pitkäjyrsinkone on siirrettävä nykyiseltä paikaltaan muiden re-

surssien läheisyyteen halliin 4, jolloin kuljetusmatka lyhenee. 4-hallissa tila on käytetty melko väljästi ja lattiatilaa vie lähinnä keskeneräinen tuotanto, joten jyrsinkoneelle on hallissa tilaa. Solussa valmistettavien teräsrakenteiden hitsaus- ja koneistusajat ovat useimmiten lähes yhtä pitkiä, jolloin kumpikaan vaihe ei rajoita solun toimintaa. Esikäsittelyssä ja porauksessa vaiheajat ovat pääsääntöisesti lyhyitä koneistus- ja hitsausaikoihin verrattuna, joten hitsaus- ja koneistusvaiheet määräävät tahdin. Kuvassa 35 on havainnollistettu solun sijainti ja työnkulku. Jokaisella resurssilla työskentelee yksi henkilö, ja valmistettava eräkokko on yksi.



**Kuva 35.** Koneistettavien teräsrakenteiden valmistussolun sijainti ja työnkulku

Koneistamattomille rakenteille ei vaiheiden vähyyden vuoksi ole kannattavaa muodostaa soluja, mutta läpinäkyvyyden lisäämiseksi hitsaamo voidaan jakaa tuoteperusteisesti esimerkiksi niin, että yksi hitsausyksikkö palvelee tuotteen 8161 ja toinen tuotteen 8123 kaltaisten laitteiden kokoonpanoa. Koska työvaiheita on vähän ja kokoonpanon standardityöjärjestyksen kautta todelliset valmistuspäivät ovat selvillä, voi ohjauksen suorittaa

imuohjauksena. Tällöin kokoonpanosta annetaan hitsaussoluun valmistusimpulssi, kun osan tarvepäivä lähestyy. Impulssi on annettava riittävän ajoissa, jotta aikaa jää myös maalaukseen. Imuohjauksen tehostamiseksi soluun olisi hyvä varata omat tuotantokoneet levytyölle ja poraukselle, jolloin osan valmistuksen läpäisy aika lyhenee, kun yhteisen resurssin vapautumista ei tarvitse odottaa.

Osa hitsaamosta palvelee raskasta koneistusta ja osa jätetään funktionaaliseen yksikköön, joka valmistaa tuotteet, jotka eivät sovi edellä kuvailtujen solujen valmistettaviksi. Esikäsittely ja levytyö toimivat yhteisinä resursseina kaikille soluille lyhyiden vaiheikojen ja tuotantokoneiden vähyden vuoksi. Myös maalaus ja raskas koneistus jätetään solujen ulkopuolelle. Maalaus pidetään kaikkien valmistussolujen ja funktionaalisen yksikön yhteisenä resurssina ja sille luodaan oma työjono ja sovitaan, kuinka se on solujen ja funktionaalisen järjestelmän kesken käytettävissä. Kun maalaus on tiettyihin aikoihin tiettyjen valmistusyksiköiden käytössä, on tuotteiden kulkua helpompi seurata ja ohjata. Tällöin vähennetään osien väärin ohjautumisen riskiä.

Raskasta koneistusta sisältävät kappaleille ei luoda soluja, sillä koneiden koosta johtuen niitä ei ole kannattavaa siirtää. Lisäksi tällaisissa kappaleissa työvaiheet ovat usein vain hitsaus, maalaus ja koneistus, joten suurta hyötyä ei saavuteta luomalla kahden vaiheen solua. Raskaassa koneistuksessa ainoa mahdollisuus läpäisyajan lyhentämiseen ja joustavuuden lisäämiseen on asetusajkojen lyhentäminen. Raskasta koneistusta voidaan kuitenkin käsitellä kuten valmistussolua, jolloin ohjaus ja kuormituslaskenta on tehtävä konekohtaisesti, jotta saadaan kuormituksen todellinen tilanne selville. On myös hyvä tiedostaa, että raskas koneistus on tuotannon joustamattomin osa, jolloin korkeassa kuormitustilanteessa joustavuutta on haettava alihankinnasta. Ydinosaamisen määrittelyssä tämä on otettava erityisen tarkkaan huomioon, ja on etsittävä sopiva alihankkija, joka pystyy tällaisessa tilanteessa tasaamaan kohdeyrityksen kuormaa. Paras vaihtoehto olisi ulkoistaa täysin tietyt koneistettavat teräsrakenteet, mikä tasaisi kuormaa sekä raskaassa koneistuksessa että tuotannonsuunnittelussa ja alihankintaostossa.

Solujen ulkopuolelle jätetään funktionaalinen yksikkö, jossa valmistetaan kappaleet, joiden valmistus ei sovellu edellä kuvatuissa soluissa tehtäviksi. Funktionaalisen yksikön hoidettavaksi jää tässä vaiheessa vielä suurin osa tuotteista, joten yllä kuvatut valmistussolut ovat vasta alku tuotannon virtautukselle. Useampien solujen luominen on kohdeyrityksessä haastavaa erilaisia valmistusvaiheita vaativien kappaleiden suuresta määrästä johtuen. Koska yhdellä työstökoneella tehdään useita erilaisia kappaleita, joiden työvaiheet poikkeavat toisistaan, voi työstökoneen sitominen soluun olla epäedullista muiden kappaleiden valmistukselle. Solujen luominen voi siten vaatia koneinvestointeja. Samantyyppisten kappaleiden valmistus on kuitenkin toistuvaa, joten tuotteiston tarkemmalla analyysillä on mahdollista muodostaa soluja valtaosalle valmistettavista tuotteista. Taulukossa 3 on esitetty yhteenveto osavalmistukseen tehtävistä muutoksista.

*Taulukko 3. Osavalmistuksessa tehtävät muutokset tuotannon virtauttamiseksi*

	<b>Muutokset</b>
<b>Esikäsitely, levytyö, maalaus, lämpökäsittely</b>	Toimivat yhteisinä resursseina, joille sovitaan pelisäännöt eli miten resurssit ovat valmistussolujen ja -yksiköiden käytettävissä
<b>Hitsaamo</b>	Jaetaan viiteen osaan <ul style="list-style-type: none"> <li>- Koneistettavia teräsrakenteita valmistava solu</li> <li>- 8161-tyyppisten tuotteiden osavalmistusyksikkö</li> <li>- 8123-tyyppisten tuotteiden osavalmistusyksikkö</li> <li>- Raskasta koneistusta palveleva yksikkö</li> <li>- Funktionaaliseen yksikköön kuuluva osa</li> </ul>
<b>Koneistus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muodostetaan 4 koneen ja yhden osakokoonpanopaikan koneistussolu rullien, akseleiden yms. valmistukseen</li> <li>- Siirretään yksi pitkäjyrsimistä 4-halliin teräsrakenteita valmistavaan soluun</li> <li>- Muut koneet kuuluvat funktionaaliseen yksikköön</li> <li>- Analysoidaan mahdollisuuksia muiden solujen muodostamiseen</li> </ul>
<b>Raskas koneistus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käsitellään jokaista konetta soluna, eli ohjaus ja kuormitusanalysointi tehdään konekohtaisesti</li> <li>- Ulkoistetaan täysin tiettyjen raskasta koneistusta vaativien runkojen valmistus</li> </ul>

## 6.4 Suunnittelun kehittäminen

Suunnittelun haasteet on hyvin tiedostettu kohdeyrityksessä ja aloitettu toimenpiteet niiden korjaamiseksi. Sen vuoksi tässä työssä ei esitetä kuin pääpiirteittäin kehitysehdotukset ja -toimenpiteet suunnittelun kehittämiseksi, vaikka sen vaikutus kokoonpanon tuottavuuteen on merkittävä. Suurin kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttava tekijä suunnittelussa on tuotteiden standardoimattomuus ja Master-mallien puuttuminen. Kohdeyrityksessä on aloitettu toimenpiteet tuotteiden vakioimiseksi. Vuoden 2015 aikana käynnistettiin kehitysohjelma, joka kattaa tuotevakioinnin lisäksi tuotetiedon hallinnan, hinnoittelun, myyntimateriaalin sekä dokumentaation kehityksen. Tavoitteena on laadun parantaminen sekä ajan säästäminen, jolloin voidaan keskittyä kehittämään kilpailukykyä uusien innovaatioiden kautta. Yhdeksi suureksi haasteeksi ja mahdolliseksi juurisyysiksi suunnittelupuutteille todettiin tiukka aikataulu, johon voidaan vastata vakioinnilla, sillä vakiotuotteiden käyttö vähentää suunnitteluun tarvittavaa aikaa. Lisäksi edellä esitetyt toimenpiteet tuotannon kehittämiseksi antavat lisää aikaa suunnittelulle, kun valmistuksen läpäisy aika lyhenee.

Vakioinnin lisäksi suunnitteluhaasteiden juurisyysiksi todettiin perehdytyksen ja koulutuksen taso. Perehdytystä on kohdeyrityksessä kehitetty järjestämällä uusille suunnittelijoille lyhyt harjoittelu kokoonpanossa, mikä edistää suunnittelulaadun kehittymistä. Tätä käytäntöä tulisi jatkaa ja mahdollisuuksien mukaan pidentää suunnittelijoiden harjoittelu-aikaa kokoonpanossa, jolloin saavutettaisiin suuremmat hyödyt, kun valmistukseen tutustuttaisiin perusteellisemmin. Valmistukseen ja DFMA:n liittyvää koulutusta

olisi hyvä tarjota nykyistä enemmän, jolloin saataisiin karsittua valmistuksen kannalta epäedullisia tuoterakenteita. Osaamiskartoituksella voidaan selvittää tarvetta kyseisille koulutuksille.

Yhteistyötä eri suunnitteluosastojen välillä tulee lisätä, ja panostaa etenkin sähkösuunnittelun ja mekaniikkasuunnittelun yhteistyöhön. Loppukokoonpanossa tuottavuutta heikentää sähkösuunnittelun puutteellisuus, kun sähköistyksen yhteydessä asentajan on suunniteltava, mistä ja miten sähköt viedään. Tämän vuoksi alihankintalaitteet joudutaan hankkimaan ilman sähköasennusta ja sähköistämään kohdeyrityksessä. Suunnitteleamalla sähköjen viennin mekaniikkasuunnittelun yhteydessä voidaan kokoonpanon tuottavuutta selvästi parantaa. Tämän edistämiseksi on myös hyvä pohtia mahdollisuuksia mekaniikka-, sähkö- ja automaatio-suunnittelun yhtenäistämiseksi esimerkiksi sijoittamalla suunnitteluosastot lähemmäs toisiaan.

## **6.5 Alihankintatoiminnan sekä ostaja-toimittajasuhteen kehittäminen**

Alihankinnan toimitusvarmuuteen ja laatuun voidaan vaikuttaa luvuissa 6.1–6.4 mainituilla kehitysehdotuksilla. Ydinosaamisen määrittely antaa selkeät ohjeet, mitä alihankinnassa valmistetaan, jolloin on helpompi löytää pätevä toimittaja tuotteille ja tehdä pidempiaikainen sopimus alihankkijan kanssa. Kun tietyt tuotteet hankitaan aina samalta alihankkijalta, alihankkijan kehitysmahdollisuudet parantuvat ja siten myös laatu. Toimitusvarmuuteen voidaan vaikuttaa etenkin pienosien ja teräsrakenteiden kohdalla suunnittelemalla kokoonpanoon standardityöjärjestys. Tällöin saadaan todelliset tarvepäivät selville, mikä antaa joissain tapauksissa alihankkijalle enemmän toimitusaikaa. Tuotannon virtautus vaikuttaa alihankintaan lähinnä suunnittelun kautta. Kun tuotannon läpäisyäikää saadaan lyhyemmäksi, jää suunnitteluun enemmän aikaa, millä on positiivinen vaikutus suunnittelulaatuun. Mitä paremmin tuote on suunniteltu ja mitä paremmat suunnitteludokumentit alihankkijalle tarjotaan, sitä parempi on lopputulos. Luvussa 6.4 kuvatut suunnittelun kehitystoimet vaikuttavat samaan tapaan alihankintavalmisteiden laatuun.

Näiden toimintojen lisäksi alihankintalaatua ja toimitusvarmuutta voidaan kehittää parantamalla ostaja-toimittajayhteistyötä. Alla on esitetty toimenpiteet toimittajasuhteiden kehittämiseksi.

1. Päivitetään toimittaja-arviointilomake ja Toimittajan käsikirja.
2. Suoritetaan toimittaja-arvioinnit Baltian sekä kotimaan toimittajille.
3. Analysoidaan arvioinnin tulokset.
4. Laaditaan toimenpidesuunnitelma analyysin perusteella.
5. Ulkoistetaan täysin tiettyjen laitteiden ja teräsrakenteiden valmistus tietyille alihankkijoille.

Toimittajakantaa on tarpeen arvioida uusiksi, mitä varten tehdään kattavat toimittaja-arvioinnit kaikille kohdeyrityksen alihankkijoille. Auditointeja varten päivitetään toimittaja-arviointilomake vastaamaan nykyisiä tarpeita. Toimittaja-arviointien tarkoituksena on selvittää alihankkijoiden vahvuudet, ja siten kohdentaa oikeanlaiset työt sopivalle alihankkijalle. Alihankkijoiden heikkouksia on myös hyvä analysoida kriittisesti ja pohtia, kuinka ne vaikuttavat kohdeyrityksen liiketoimintaan ja millaisia ratkaisumahdollisuuksia olisi kannattavaa toteuttaa. Lisäksi vierailut alihankkijoilla parantavat ostajan ja toimittajan välistä suhdetta ja lisäävät luottamusta, millä on positiivisia vaikutuksia laatuun ja toimitusvarmuuteen. Toimittaja-arviointien tuloksia analysoidaan luvussa 2.3.2 kuvassa 7 esitetyn matriisin avulla, ja analyysin pohjalta laaditaan toimenpidesuunnitelma kunkin toimittajan kohdalla toimittajasuhteen kehittämiseksi.

Kommunikaation parantaminen on hyvä lähtökohta toimittajasuhteen kehittämiseksi, sillä sen avulla voidaan parantaa myös luottamusta ja sitoutumista. Kommunikaatiota voidaan kehittää lisäämällä tiedon määrää, täsmällisyyttä, parantamalla tiedonkulkua esimerkiksi sähköisin järjestelmin ja kommunikoimalla avoimemmin. Yksi juurisyy alihankintahaasteisiin todettiin olevan puutteet ohjeistuksessa sekä viestiminen siitä, millaista laatua vaaditaan. Näiden parantamiseksi päivitetään alihankkijoille toimittavat ohjeet kuten Toimittajan käsikirja, johon määritellään selkeämmin laatuvaatimukset ja muu ohjeistus, mikä kehittää kommunikaatiota tiedon määrää ja täsmällisyyttä lisäämällä. Lisäksi kehitetään reklamaatiokäytäntöön vakioprosessi, jotta reklamoinnista saadaan yhtenäisempää ja tehokkaampaa, jolloin palaute välittyy toimittajalle selkeämmin. Annettu palaute myös motivoi toimittajaa parantamaan suoritustaan. Myös toimittaja-arviointien yhteydessä tehdyt vierailut parantavat kommunikaatiota, sillä niiden kautta luodaan henkilökohtaisia suhteita sekä lisätään ymmärrystä alihankkijan prosesseista ja toimintaympäristöstä.

Luvussa 2.3.2 kuvattiin toimittajasuhteeseen vaikuttavia tekijöitä, joista merkittävin on luottamus. Alihankintahaasteiden yhdeksi juurisyysksi todettiin luottamuksen puute, mikä johtuu toimittajien epävarmuudesta kohdeyritystä kohtaan. Kohdeyrityksen tapauksessa pitkäaikaisia sopimuksia on vaikea luoda etenkin teräsrakenteiden toimittajien kanssa, sillä teräsrakenteet valmistetaan alihankinnassa vain jos oma kapasiteetti ei riitä. Luottamus voidaan saavuttaa kehittämällä avoimempaa kommunikaatiota ja pyrkimällä vakaampiin toimittajasuhteisiin. Tämä voi onnistua esimerkiksi ulkoistamalla täysin tietyt ydinliiketoimintaan kuulumattomat rakenteet tietylle toimittajalle, jolloin yhteistyöstä tulee säännöllisempää.

Kohdeyrityksessä olisi hyvä myös uudelleen arvioida alihankintatoimintojen resurssien riittävyyttä. Tämän työn aikana alihankintatoiminnan haasteita alettiin jo korjata palkkaamalla kokenut asentaja tarkastamaan alihankintaosien laatua vastaanoton yhteydessä. On hyvä pohtia olisiko tarkastajien määrää lisättävä sekä omalla pajalla että alihankkijoiden luona, jolloin suurempi osa toimituksista voitaisiin tarkastaa, ja siten kasvattaa alihankkijoille lähtevän palautteen määrää. Myös alihankintaostoista vastaavien resurs-

sien riittävyttä tulee punnita uudelleen. Tällä hetkellä laitteiden ja teräsrakenteiden alihankinnasta ja toimittajasuhteista vastaa vakituisesti vain yksi henkilö, vaikka alihankintojen osuus kohdeyrityksen tuotannosta on merkittävä. Tällöin resurssit eivät riitä kuin välttämättömyimpien toimintojen hoitamiseen, jolloin on karsittava toimittajasuhteiden ja alihankintatoiminnan kehittämiseen liittyvistä tehtävistä. On kuitenkin muistettava, että alihankintatoiminta on enemmän kuin pelkästään hankintaa, joten suhteiden luomiseen ja ylläpitoon tulisi varata resursseja.

## **6.6 Hankinta-ajan pidentäminen ja nimikevastaavan toimenkuvan määrittäminen**

Hankinnan vaikutus kokoonpanon tuottavuuteen on suuri, sillä myöhässä olevat komponenttitoimitukset hidastavat merkittävästi kokoonpanon etenemistä. Hankintatoimea kehittämällä ei silti voida merkittävästi vaikuttaa toimitusvarmuuteen, sillä juurisyyt hankinnan haasteisiin löytyvät muista prosesseista. Hankinnan suurimpana haasteena on toimitusvarmuus, joka johtuu usein hankinta-ajan riittämättömyydestä. 1-2 viikkoa pidempi hankinta-aika voidaan saavuttaa kokoonpanon standardityöjärjestyksen ja tuotannon virtautuksen kautta. Kokoonpanon standardityöjärjestys määrittää osien ja komponenttien todelliset tarvepäivät eli kaikkea ei tarvitse hankkia kokoonpanon aloituspäivään mennessä, jolloin hankinta-aikaa jää enemmän. Tuotannon virtautuksella voidaan huomattavasti lyhentää valmistuksen läpäisyäikää, mikä jättää enemmän aikaa suunnitteluun ja myös hankintaan. Kun suunnitteluun on käytettävissä enemmän aikaa, on työ laadukkaampaa, mikä helpottaa ja nopeuttaa hankinnan ja valmistuksen työtä. Se myös pienentää riskiä suunnittelun myöhästymiselle ja siten hankinta-ajan lyhenemiselle.

Toinen haaste hankinnassa on nimikkeistön laajuus, mikä hidastaa hankinnan työtä ja lisää virheen riskiä, kun nimiketietojen oikeellisuutta ei voida taata. Nimikkeistön laajuus todettiin olevan seurausta nimikevastaavan puuttumisesta. Tällä hetkellä ei ole tarkasti rajoitettu, kuka voi luoda uuden nimikkeen eikä nimikkeistön päätoimiseen ylläpitoon ole nimetty vastuuhenkilöä. Kohdeyritykseen tarvitaan nimikevastaava, jonka tehtäviin kuuluu nimikkeistön aktiivinen ylläpito eli uusien nimikkeiden luominen, käyttämättömien poistaminen ja tietojen pitäminen ajan tasalla sekä ERP-järjestelmässä olevan nimikejärjestelmän kehittäminen. Näin voidaan rajoittaa nimikkeistön jatkuvaa kasvua sekä virheellisen tiedon määrää. Kokoonpanon tuottavuuteen tämä vaikuttaa operatiivisen hankinnan tehostumisen kautta ja komponenttipuutteiden vähentymisenä, kun esimerkiksi varastotiedot saadaan järjestelmään totuudenmukaisiksi.



## 6.7 Varastoinnin tehostaminen RFID-järjestelmän avulla ja toimintojen vakioiminen

Suurin kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttava haaste varastotoiminnassa on häviämisisistä johtuvat komponentti- ja osapuutteet. Luvussa 5.4 todettiin puutteiden juurisyiksi kokoonpanon standardityöjärjestyksen, systemaattisten toimittaja-arviointien sekä nimekevastaavan puuttuminen. Näihin haasteisiin on esitetty ratkaisut edellisissä luvuissa. Lisäksi yhdeksi juurisyiksi todettiin RFID-tekniikan tai muun vastaavan teknologian puuttuminen. Vastaanotossa ja keräilyssä RFID- eli radiotaajuisella etätunnistusjärjestelmällä on mahdollista vähentää huomattavasti manuaalisen työn määrää, jolloin työn tehostumisen ja helpottumisen lisäksi virheiden mahdollisuus pienenee. RFID-järjestelmä alentaa merkittävästi varastotoiminnan kustannuksia, kun manuaalisen työn tarve vähenee ja esimerkiksi inventaario pystytään suorittamaan huomattavasti nopeammin. Lisäksi varastoinnin tarkkuus paranee, jolloin puutteista aiheutuvat kustannukset pienevät. RFID-järjestelmälle voidaan aluksi tehdä muutaman kuukauden kestävä pilottikokeilu. Kokeilun perusteella analysoidaan, kuinka hyvin järjestelmä parantaa varastoinnin tarkkuutta ja tehokkuutta ja laskee kustannuksia. Tulosten ollessa hyviä investoidaan RFID-järjestelmään.

Toinen haaste varastolla todettiin olevan tilojen ahtaus. Koska varastot vievät tilaa tuotannolta ja sitovat pääomaa, ei varastotiloja kannata kasvattaa, vaan pienentää varastointiaikoja, varastoitavan tavarán määrää sekä järjestää tiloja uudelleen ja hävittää tarpeettomia tavaroita. Ratkaisuna tilojen ahtauteen on luvussa 2.5.2 esitelty 5S-menetelmä eli sortteeraus, systematisointi, siivous, standardointi ja seuranta. Aluksi käydään kaikki kohdeyrityksen varastot systemaattisesti läpi ja siirretään niistä pois tarpeettomat tavarat. Tarpeettomaksi voidaan lukea kaikki, mitä ei ole viimeisen vuoden aikana tarvittu eikä tulla lähitulevaisuudessa tarvitsemaan. Sortteerauksen jälkeen määritellään varastojen käyttötarkoitus eli varastoja käytetään ainoastaan puskurivarastoina tuotannon ylläpitämiseksi eli varastoidaan vain materiaalit, puolivalmisteet, osat, komponentit ja kiinnitystarvikkeet, joita tullaan tarvitsemaan lähitulevaisuudessa. Näille määritellään loogiset paikat ja vakioidaan ne. Lisäksi varataan yksi halli alihankinnasta tulevien laitteiden ja teräsrakenteiden säilytykseen. Alihankintavalmisteiden varastointia pyritään kuitenkin välttämään hankkimalla ne vasta todelliselle tarvepäivälle, mutta ennen kuin JIT-periaate saadaan toteutumaan, on laitteille ja teräsrakenteille varattava säilytystila. Kun kaikille varastoitaville tuotteille on määritelty paikat, pidetään järjestystä yllä ja parannetaan sitä tarvittaessa.

Projektien ostonimikkeiden varastointi vaatii myös kehitystä. Tällä hetkellä komponentit varastoidaan projektinumeron mukaan sarakkeittain hyllyyn, mikä on selkeä ratkaisu, mutta vaatii uudelleen keräystä työnumeroittain. Lisäksi tilantarpeen arviointi on hankalaa. Hiljaisempina aikoina hyllytila riittää projektien keräilyille, mutta kun käynnissä on useita projekteja samanaikaisesti, tulee tilan riittävyys haasteeksi. Tällä hetkellä ei ole

tarkkaa arviota, kuinka paljon tietyn projektin osat ja komponentit vievät tilaa, minkä lisäksi suuret vaihtelut tuotantovolyymissa hankaloittavat varastotilan tarpeen arvioimista. Jotta tilan tarve olisi helpompi arvioida, on määriteltävä laite- tai projektikohtainen tilantarve. Yleisimpiä projektitoimituksia ovat linjatoimitukset, joista tietyt laitteet valmistetaan lähes poikkeuksetta omassa tuotannossa. Vaikka tuotteet eivät ole vakioituja, on niissä suurin piirtein yhtä paljon osia ja komponentteja. Tällöin voidaan luoda linjakohtainen varastointisuunnitelma, jossa on määriteltä, kuinka paljon tilaa linjan laitteiden osat ja komponentit vaativat ja miten ne järjestetään hyllyihin. Näin on helppo arvioida varastotilan tarvetta ja määrätyn järjestyksen ansiosta osien löytäminen on helpompaa.

## 6.8 Henkilöstölähtöisen tuottavuuden kehittäminen

Henkilöstökyselyssä useimmat haluaisivat vaikuttaa työhönsä liittyviin asioihin, mutta kokivat, ettei siihen ole riittävästi mahdollisuuksia. Tämän työn kehitysideoiden implementointi antaa työntekijöille mahdollisuuden vaikuttaa työtehtäviinsä liittyviin muutoksiin, sillä esimerkiksi standardityöjärjestyksen suunnittelu annetaan pääasiallisesti työntekijöiden tehtäväksi, koska heillä on oman alansa asiantuntijoina paras käsitys tuotteista ja toiminnoista. Lisäksi suunniteltu solutuotantojärjestelmä antaa työntekijöille enemmän vastuuta ja vaikutusmahdollisuuksia omaan työhönsä, mikä lisää motivaatiota. Henkilöstöä tullaan osallistamaan muutostoimenpiteisiin entistä enemmän, sillä tuotantojärjestelmän ylläpito ja kehitystoimenpiteet toteutetaan tulevaisuudessa pääasiallisesti niiden henkilöiden kautta, jotka liittyvät suoraan työtehtävään.

Kuten luvussa 2.5.1 mainittiin, on lean-ajatusmaailman yhtenä periaatteena, että asiat on todettava itse paikan päällä oikeasta lähteestä, jotta voi ymmärtää tilanteen täysin. Tämä tarkoittaa, että sekä johdon että toimihenkilöiden on jalkauduttava tuotantoon. Tuotantoon jalkautumisesta tulee luonnollinen osa työnkuvaa, jos työpiste sijaitsee tehtaassa yhteydessä, mikä onnistuu esimerkiksi lisäämällä tehtaalle avokonttorimaisia toimistotiloja, johon sijoitetaan työnjohtajat, valmistussuunnittelijat, laatu- ja kehitysyksikkö sekä mahdollisesti myös alihankintaostajat. Toimistoille olisi tilaa esimerkiksi 7-hallissa, jos pitkäjyrsinkone siirretään 4-halliin. Kun tuotantoon läheisesti liittyvät toimihenkilöt sijoitetaan lähelle toimintoja, joihin he vaikuttavat, ovat työn tulokset parempia.

Monien kokoonpanon tuottavuuden edellytysten haasteiden juurisyyksi todettiin perehdyttämisen ja koulutuksen puute. Etenkin suunnittelussa ja kokoonpanossa on tärkeää panostaa koulutukseen ja mentorointiin, sillä eläköityminen uhkaa tietotaidon häviämistä. Standardityöjärjestys edistää osaltaan osaamisen kehittymistä, sillä työvaiheille luodaan ohjeet, joiden pohjalta työ suoritetaan. Vuoden 2015 aikana tuotannossa on käynnistetty pilottihanke osaamisen ja kehitystarpeiden kartoittamiseksi. Hanke toteutetaan kehityskeskusteluiden yhteydessä täytettävänä kyselykaavakkeena. Kaavakkeesta pyritään luomaan mahdollisimman käytännönläheinen ja eri osastojen tarpeisiin räätälöity.

Tiedonkulkua on parannettu tehtaalla työmaavartti-käytännöllä, jossa käydään tiimin kesken lyhyesti läpi ajankohtaiset asiat. Tätä käytäntöä on hyvä kehittää ja ylläpitää.

Henkilöstökyselyn mukaan kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttavat perusasiat, kuten motivaatio ja työn mielekkyys, ovat kunnossa, mutta moniin palkitsemiseen ja tiedonkuluun liittyviin tekijöihin näyttäisi olevan tarve panostaa. Kyselyn tuloksissa nousi esille tyytymättömyyttä herättävinä tekijöinä muun muassa palkkaus, palkitseminen, liukuva työaika, yhteistyö, palautteen anto sekä tiedonkulku. Kyselyn tulosten pohjalta olisi hyvä teettää tarkempi ja kattavampi henkilöstötutkimus ulkoisella asiantuntijalla esimerkiksi luvussa 2.6.1 esitellyn hiljaiset signaalit –mittauksen muodossa. Mittauksella saataisiin tarkasti selville kehitystarpeet ja niiden suunta eli onko määrää vai laatua parannettava, jolloin kehitystoimenpiteet olisi helpommin määriteltävissä ja implementoitavissa. Mittaus teetetäisiin jokaiselle kohdeyrityksen osastolle, sillä muiden osastojen, kuten esimerkiksi suunnittelun ja hankinnan, vaikutus kokoonpanon tuottavuuteen on merkittävä eli pelkästään kokoonpanon henkilöstön kehitystarpeiden selvittäminen ja korjaaminen eivät riitä.

## **6.9 Laatu- ja kehitysosaston muodostaminen**

Kohdeyrityksessä ei ole laatu- ja kehitysosastoa, jolloin laatuun ja kehitykseen liittyvät toimet eivät ole täysipäiväisesti kenenkään vastuulla. Laatuosastoa tarvitaan laadukkaiden toimintojen seurantaan, kehitykseen ja ylläpitoon. Laatuosaston tueksi tarvitaan myös kehitysosasto, joka ylläpitää jatkuvaa parantamista ja vastaa kehitystoimenpiteiden toteuttamisesta. Muodostamalla laadulle ja kehitykselle oma osasto, kohdistetaan vastuu, ja taataan, että kehitystä seurataan ja ylläpidetään yhtenäisesti. Osaston tehtävänä on myös kouluttaa henkilöstöä laatu- ja lean-ajatteluun ja edistää jatkuvan parantamisen kulttuuria. Laatu- ja kehitysosastoon kuuluu syksyllä 2015 virassaan aloittava laatupäällikkö sekä alihankinta- ja vastaanottotarkastajat. Lisäksi haetaan kohdeyritykseen myös kehityspäällikkö sekä tarpeen mukaan laatu- ja kehitysinsinöörejä. Kun laatuun ja kehitykseen liittyviä tehtäviä hoitavat täysipäiväisesti niihin erikoistuneet henkilöt, tulee toiminnasta tehokkaampaa ja pitkäjänteisempää. Laatu- ja kehitysyksikkö olisi parasta sijoittaa tehtaalle, vaikka se palveleekin koko organisaatiota, sillä suurimmat kehitystarpeet ovat tuotannossa, jossa myös asiakkaalle näkyvä arvo muodostuu.

## 7. YHTEENVETO

Kohdeyritys on joutunut kohtaamaan globalisaation mukanaan tuomat haasteet, kun markkinoilla tapahtuneet muutokset vaativat toiminnan muuttamista nopeasyklisemmäksi, jolloin haasteena on kohdeyrityksen toimintojen ja tuotannon joustaminen siihen. Muutokset liiketoimintaympäristössä ovat tapahtuneet nopeammin, kuin kohdeyrityksen toiminnan kehitys on siihen pystynyt vastaamaan. Koska kokoonpano on tilaus-toimitusketjun viimeisiä vaiheita, kumuloituvat siihen muiden prosessien myöhästymiset ja niissä tapahtuneet virheet, mistä seuraa kokoonpanovaiheen tuottavuuden aleneminen. Tämän diplomityön tarkoituksena oli tutkia kohdeyrityksen kokoonpanon tuottavuuden edellytyksiä heikentäviä tekijöitä ja etsiä juurisyyanalyysin kautta kehitysratkaisuja niihin.

Kokoonpanon tuottavuuden edellytyksiksi määriteltiin tuottavuuteen vaikuttavien tekijöiden sekä kokoonpanon ominaisuuksien kautta alla esiteltyt yhdeksän tekijää.

1. Laadukkaat suunnitteludokumentit
2. Sisäinen ja ulkoinen toimitusvarmuus
3. Sekä oman tuotannon että alihankinnan laatu
4. Sujuvat prosessit, työtavat ja menetelmät
5. Motivoitunut ja osaava henkilöstö
6. Toimivat ja turvalliset työskentelytilat, laitteet ja välineet
7. Hyvä johtaminen ja prosessien tukeminen ylhäältä päin
8. Yhteistyö ja verkostot
9. Tuottavuuden ja laadun mittaaminen

Kokoonpanon tuottavuuteen vaikuttaa merkittävästi kokoonpanoa edeltävät prosessit. Näin ollen tutkittiin kokoonpanoa edeltävien toimintojen, eli suunnittelun, hankinnan, alihankinnan, tuotannon ja varastotoiminnan, haasteita sekä niihin liittyviä henkilöstötekijöitä havainnoinnin, laite seurannan, haastatteluiden ja kyselyiden avulla. Suurimmat muista prosesseista kokoonpanoon heijastuvat haasteet on koottu taulukkoon 4. Useimmissa prosesseissa suurimpana haasteena on tiukka aikataulu, josta seuraa hätiköintiä, huolimattomuutta ja virheitä. Hankinnalle varattu aikataulu ei riitä tuotteiden toimittamiseen ja tuotannossa aiheutuu jättämää. Kokoonpanossa muiden prosessien haasteet näkyvät enimmäkseen puutteina sekä osien, komponenttien ja rakenteiden yhteensopimattomuutena. Lisäksi henkilöstön ominaisuudet ja työhyvinvointi vaikuttavat kokoonpanon tuottavuuteen sekä suoraan työntekijöiden että välillisesti edeltävien prosessien kautta.

**Taulukko 4.** Haasteet kokoonpanoa edeltävissä prosesseissa ja niiden vaikutus kokoonpanoon

Prosessi	Suurimmat haasteet	Vaikutus kokoonpanoon
Suunnittelu	Tuotteiston laajuus, tuotteiden räätälöiminen asiakkaan vaatimusten mukaan, aika, resurssit, osaaminen	Puutteet ja virheet suunnitteludokumenteissa, osien ja rakenteiden yhteensopimattomuus
Tuotanto	Aikataulussa pysyminen, laatu	Puutteet, osien ja rakenteiden yhteensopimattomuus
Hankinta	Hankinta-ajan riittämättömyys, nimikkeistön laajuus	Komponenttipuutteet
Alihankinta	Toimitusvarmuus, laatu, toimittajasuhteiden ylläpitäminen	Osapuutteet, osien ja rakenteiden yhteensopimattomuus
Varastotoiminta	Osien, komponenttien yms. häviäminen, tilanpuute	Osa- ja komponenttipuutteet
Henkilöstö	Osaaminen, palkitseminen, tiedonkulku	Puutteet, virheet, osien ja rakenteiden yhteensopimattomuus, työtehon heikentyminen
Laatu ja kehitys	Yhtenäisen laatu- ja kehitystoiminnan puute	Puutteet, kun tuotantoa ei ole kehitetty muuttuneen liiketoimintaympäristön vaatimusten mukaiseksi, yhteensopimattomat osat laatuvirheiden seurauksena

Haasteiden juurisyitä tutkittiin lean-menetelmin kalanruotokaavion ja 5 kertaa miksi – tekniikan avulla. Juurisyiden todettiin olevan:

1. Tuotteiden standardoimattomuus ja Master-mallien puuttuminen
2. Kokoonpanon standardityöjärjestyksen puuttuminen
3. Funktionaalinen, työntöohjattu tuotantojärjestelmä
4. Osaamisen, perehdytyksen ja koulutuksen taso
5. Systemaattisten toimittaja-arviointien puuttuminen
6. 5S-toimintatavan puute
7. RFID-teknologian puuttuminen varastolta
8. Nimikevastaavan puuttuminen

Tuotteiden standardoimattomuus vaikeuttaa suunnitteludokumenttien sekä tuotelaadun kehittämistä, sillä samoja piirustuksia ei aina käytetä uudestaan ja valmistus on prototyyppiluonteista. Kun tuotteelle ei ole luotu tarkastettua Master-mallia, aloitetaan suunnittelu vanhan, tarkastamattoman projektimallin pohjalta, jolloin virheen toistumisen riski on olemassa. Puutteet ja virheet suunnitteludokumenteissa hankaloittavat kokoonpanon työtä ja heikentävät tuottavuutta. Kokoonpanon standardoimattoman työjärjestyksen vuoksi kokoonpanotyöstä puuttuu johdonmukaisuus ja sen kehittäminen on vaikeaa, kun työtä ei suoriteta joka kerta samalla tavalla. Osien ja komponenttien todelliset tarvepäivät eivät standardoimattomuuden vuoksi myöskään ole tiedossa, mikä vaikeuttaa hankinnan ja tuotannon toimintaa.

Funktionaalisessa työntöohjatussa tuotantojärjestelmässä valmistuksen läpäisyajat ovat pitkiä ja keskeneräisen tuotannon määrä suuri, jolloin tuotanto ei pääse virtaamaan. Tämä näkyy kohdeyrityksessä osavalmistuksen heikkona aikatauluonnistumisena, mistä seuraa osapuutteita kokoonpanoon. Tuotantojärjestelmä vaikuttaa myös suunnittelun ja hankinnan onnistumiseen, sillä valmistuksen pitkistä läpäisyajasta johtuen suunnittelu- ja hankinta-aika jäävät lyhyiksi. Osaamisen, perehdytyksen ja koulutuksen taso vaikuttaa kokoonpanon tuottavuuteen sekä suunnittelulaadun, osavalmistuksen että kokoonpanon työntekijöiden kautta lisäämällä virheiden ja puutteiden määrää.

Kun toimittajia ei arvioida systemaattisesti, on ostaja-toimittajasuhteen kehittäminen vaikeaa. Ostaja-toimittajasuhteella on suora vaikutus laatuun sekä toimitusvarmuuteen ja siten kokoonpanon tuottavuuteen. 5S-menetelmällä voidaan luoda tuottavampi ympäristö, josta poikkeamat on helpompi havaita. Kun 5S-toimintatapaa ei sovelleta varastolla, aiheuttaa se puutteita kokoonpanoon samoin kuin RFID-järjestelmän tai muun teknologian puuttuminen, mikä lisää inhimillisen virheen riskiä ja heikentää varaston tarkkuutta. Myös nimikevastaavan puuttumisella on vaikutus kokoonpanon tuottavuuteen, sillä ylläpitämätön nimikkeistö lisää tiedon hukkaa ja mahdollistaa osapuutteita.

Kehitysehdotukset suunniteltiin lean-filosofian pohjalta ja ne painottuivat vaihtelun vähentämiseen, toimintojen selkeyttämiseen ja tuotannon ja toimintojen virtaamisen parantamiseen. Toimintojen kehittäminen helpottuu, kun vaihtelua vähennetään standardoinnin kautta, jolloin havaitaan helpommin poikkeamat sekä työtavan vaikutus laatuun ja tuottavuuteen. Taulukoon 5 on koottu kehitysehdotukset ja niihin liittyvät toimenpiteet.

**Taulukko 5. Kehitysehdotukset ja niihin liittyvät toimenpiteet**

Kehityskohde	Toimenpiteet
Ydinsaamisen määrittäminen	Määritetään ydinsaaminen make or buy –analyysillä. Jatkossa keskitytään vain niihin tuotteisiin ja toimintoihin, jotka ovat strategisesti tärkeitä ja joissa osaamisen taso on hyvä.
Kokoonpanon standardityöjärjestyksen käyttöönotto	Määritellään laitteelle 8123 osakokoonpanojen suoritusjärjestys ja työvaiheet, joiden pohjalta laaditaan työohjeet. Järjestetään kokoonpanopaikat sekä tarvittavat välineet niihin. Suoritetaan pilottikokeilu ja tehdään tarvittavat muutokset. Laajennetaan standardointia muiden laitteiden kokoonpanoihin.
Tuotannon virtauttaminen	Muodostetaan mm. rullia valmistava koneistussolu sekä koneistettavia rakenteita valmistava osavalmistussolu. Jaetaan hitsaamo kahteen tuoteperusteiseen yksikköön, yhteen raskasta koneistusta palvelevaan yksikköön ja funktionaaliseen yksikköön kuuluvaan osaan. Maalaus, lämpökäsittely, esikäsittely ja levytyö toimivat yhteisinä resursseina. Sovitaan pelisäännöt, miten resurssit ovat valmistussolujen ja muiden yksiköiden käytettävissä. Raskaassa koneistuksessa jokaista konetta käsitellään soluna, eli ohjaus ja kuormitusanalysointi tehdään konekohtaisesti.

Suunnittelun kehitys	Jatketaan tuotevakiointia ja Master-mallien suunnittelua. Kartoitetaan koulutuksen ja perehdytyksen tarve.
Ostaja-toimittajasuhteen kehittäminen	Päivitetään toimittaja-arviointilomake ja Toimittajan käsikirja. Suoritetaan toimittaja-arvioinnit Baltian sekä kotimaan toimittajille. Analysoidaan arvioinnin tulokset ja laaditaan toimenpidesuunnitelma analyysin perusteella. Ulkoistetaan täysin tiettyjen laitteiden ja teräsrakenteiden valmistus tietyille alihankkijoille.
Varastoinnin tehostaminen	Tehdään pilottikokeilu RFID-teknologialle. Kokeilun tulosten pohjalta päätetään järjestelmäinvestoinnista. Sovelletaan 5S-menetelmää varastoihin. Tehdään varastointisuunnitelma laite- ja linjakohtaisesti.
Nimikevastaavan tehtävän kuvan luominen	Luodaan toimenkuva nimikevastaavalle, jonka tehtävänä on nimikkeistön ylläpito.
Laatu- ja kehitysosaston muodostaminen	Muodostetaan laatu- ja kehitysosasto, joka hoitaa täysipäiväisesti laatu- ja kehitystehtäviä.
Henkilöstötutkimus	Teetetään hiljaiset signaalit –mittaus asiantuntijalla, jotta saadaan tarkasti selville tuotannon kehitystarpeet ja tarvittavat toimenpiteet.

Lean-filosofian mukaisesti tuotannon kehitys tehdään pienin kehityssaskelin, jotka johtavat lopulta suuriin parannuksiin. Tässä työssä esitetyt kehitysehdotukset ovat ensimmäiset askeleet kokoonpanon edellytysten kehittämiseksi. Niiden toteuttamisen jälkeen on arvioitava toimenpiteiden vaikutusta ja tehtävä parannussuunnitelma, jossa määritellään, miten työtapoja parannetaan. Suunnitelmaa kokeillaan käytännössä ja tarkastetaan, toimiiko suunnitelma ja korjataan mahdolliset virheet. Korjausten jälkeen suunnitelma toteutetaan koko laajuudessaan ja standardoidaan toimenpiteet, jos ne koetaan hyviksi. Toiminnan kehittämistä jatketaan aloittamalla sykli alusta. Tästä huolehtii kohdeyritykseen muodostettava kehitysosasto sekä työntekijät, jotka ovat pääroolissa jatkuvan parantamisen toteuttamiseksi. Tuotannon tilaa on arvioitava systemaattisesti arvovirtauksen kautta, ja pohdittava seuraavia toimenpiteitä tuotannon ja muiden prosessien virtauksen edistämiseksi. Näin aloitetaan jatkuvan parantamisen sykli, jolla saavutetaan merkittäviä tuloksia pitkällä aikajänteellä.

## LÄHTEET

- Ahonen, G. & Ojala, L. (2005). Työhyvinvointi tuloksentehtävänä. Juva, WSOY. 282 s.
- Caniëls, M., Gelderman, C. & Ulijn, J. (2010). Buyer-Supplier Relationship Development: An Empirical Study Among Dutch Purchasing Professionals. *Journal of Enterprising Culture* 18, 2, s. 107–137.
- Cousins, P. (2002). A Conceptual Model for Managing Long-Term Inter-Organisational Relationships. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 8, 2, s. 71-82.
- Dyer, J. H. & Chu, W. (2003). The Role of Trustworthiness in Reducing Transaction Costs and Improving Performance: Empirical Evidence from the United States, Japan and Korea. *Organization Science* 14, 1, s. 57–68.
- Ferrer, M., Ricardo, S., Hyland, P. W. & Bretherton, P. (2010). Relational Factors That Explain Supply Chain Relationships. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics* 22, 3, s. 419–440.
- Ford, D., Gadde, L., Håkansson, H. & Snehota, I. (2003) *Managing Business Relationships*. John Wiley & Sons Ltd. 256 s.
- Hankintatoimi. (2015). SWOT, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 16.6.2015): <http://www.hankintatoimi.fi/prosessit-ja-tyokalut/strateginen-hankinta/hankintatoimen-tyokaluja/swot/>
- Haverila, J., Kouri, I., Miettinen, A. & Uusi-Rauva, E. (2009). *Teollisuustalous*. Tampere, Infacs Oy. 510 s.
- Hernesniemi, H. & Nikinmaa, T. (2009). Koneteollisuuden menestys tarttuu verkostoihin - Alihankkijoista kasvavia ja kansainvälistyviä sopimusvalmistajia. Helsinki, Sitra. 143 s.
- Hsu, C-C., Kannan, V., Tan, K-C. & Leong, G. (2008). Information Sharing, Buyer-supplier Relationships and Firm Performance: A Multi-Region Analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 38, 4, s. 296–310.
- Huhtala, S. & Pulkkinen, A. (2009). Tuotettavuuden kehittäminen – Parempi tuotteisto useasta näkökulmasta. Tampere, Teknologiateollisuus ry. 431 s.
- Humphreys, P., Li, W. & Chan L. (2004). The Impact of Supplier Development on Buyer-Supplier Performance. *The International Journal of Management Science*, Omega 32, s. 131–143.



- Iloranta, K. & Pajunen-Muhonen, H. (2012). Hankintojen johtaminen: ostamisesta toimit-tajamarkkinoiden hallintaan. Helsinki, Tietosanoma Oy. 431 s.
- Jyväskylän yliopisto. (2015). Hiljainen tieto, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 5.3.2015): <http://kans.jyu.fi/sanasto/sanat-kansio/hiljainen-tieto>
- Jääskeläinen, A., Käpylä, J., Lönnqvist, A., Seppänen, S. & Vuolle, M. (2008). Tuottavuuden kehittäminen Suomessa: haasteet ja tutkimustarpeet. Helsinki, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos Etla. 136 s.
- Kesti, M. (2005). Hiljaiset signaalit: avain organisaation kehittämiseen. Helsinki, Edita. 188 s.
- Kesti, M. (2014). Henkilöstövoimavarat tuottaviksi. FINVA. 168 s.
- Kouri, I. (2010). Lean taskukirja. Helsinki, Teknologiateollisuus ry. 38 s.
- Krause, D. & Ellram, L. (1997). Success Factors In Supplier Development. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 27, 1, s. 39–52.
- Langfield-Smith, K. & Greenwood, M. (1998). Developing Co-operative Buyer-Supplier Relationships: a Case Study of Toyota. Journal of Management Studies 35, 3, s. 331–353.
- Lapinleimu, I. (1997). Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo, WSOY. 398 s.
- Lapinleimu, I. (2000). Ideaalitehdas. Tampere, Tampereen Teknillinen Yliopisto. 197 s.
- Lempiäinen, J. & Savolainen, J. (2003). Hyvin suunniteltu – puoliksi valmistettu. Suomen robotiikkayhdistys, Helsinki. 180 s.
- Levinson, V. (2007). Beyond the Theory of Constraints: How to Eliminate Variation & Maximize Capacity. New York, Productivity Press. 155 s.
- Liker, J. (2004). Toyotan tapaan. Helsinki, Readme.fi. 323 s.
- Lönnqvist, A., Kujansuu, P. & Antikainen, R. (2006). Suorituskyvyn mittaaminen – Tunnusluvut asiantuntijaorganisaation johtamisvälineenä. Helsinki, Edita. 162 s.
- Marko Kesti. (2013). Henkilöstövoimavaroista kilpailuvaltti, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 4.3.2015): <https://markokesti.wordpress.com/2013/05/06/henkilostovoimavaroista-kilpailuvaltti/>
- Modig, N. & Åhlström, S. (2013). Tätä on Lean. Halmstad, Rheologica Publishing. 168 s.

- Nash, M. & Poling, S. (2008). Mapping the Total Value Stream: A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes. Portland, Productivity Press. 296 s.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press. 284 s.
- Nylund, H. (2015). Globaalit tuotantoverkostot: ulkoistamisesta. Tampereen teknillinen yliopisto, luentomateriaali.
- Ohno, T. (1988). The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production. Portland, Productivity Press. 143 s.
- Peltonen, A. (1998). Tuottava tehdas, verkkokirja. Saatavissa (viitattu 24.4.2015): <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tsisalt.html>
- Prahinski, C. & Fan, Y. (2007). Supplier Evaluations: The Role of Communication Quality, Journal of Supply Chain Management 43, 3, s. 16–28.
- Quality Knowhow Karjalainen. (2014). Lean ja hukka - Muda, Mura ja Muri, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 26.2.2015): <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/>
- Quality Knowhow Karjalainen. (2007). Yhdistä ideointityökaluilla luovan ajattelun eri ulottuvuudet - Aivoriihi, ryhmittelykaavio sekä kalanruotokaavio, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 22.6.2015): <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/yhdistae-ideointityoekaluilla-luovan-ajattelun-eri-ulottuvuudet/>
- Rother, M. & Shook, J. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. Lean Enterprise Institute, Inc. 112 s.
- Sahay, B. (2003). Understanding Trust in Supply Chain Relationships. Industrial Management & Data Systems 103, 8, s. 553–563.
- Sarac, A., Absi, N & Dauzère-Pérès, S. (2010). A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. International Journal of Production Economics 128, 1, s. 77–95.
- Toimittajan käsikirja. (2003). Nastola, unpublished report, 15 s.
- Toyota. (2015). Toyota Way, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 26.2.2015): <http://www.toyota.fi/toyota/toyota-way.json>
- Uusi-Rauva, E. (1997). Tuottavuus – mittaa ja menesty. Helsinki, Yrityksen tietokirjat. 296 s.

Wilson, L. (2010). How to Implement Lean Manufacturing. The McGraw-Hill Companies, Inc. 336 s.

Womack, J. (2006). Mura, Muri, Muda?, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 22.6.2015): <http://www.lean.org/womack/DisplayObject.cfm?o=743>

**LIITE 1: HÄIRIÖT LAITTEEN 8123 KOKOONPANOSSA**

**LIITE 2: HÄIRIÖT LAITTEEN 8131 KOKOONPANOSSA**

### LIITE 3: HENKILÖSTÖKYSELY

1. Kuinka monta vuotta olet työskennellyt kohdeyrityksessä?
2. Osastosi?
  - a. Hitsaus, levytyö, maalaus
  - b. Koneistus
  - c. Kokoonpano
3. Kuinka seuraavat väitteet pitävät paikkansa kohdallasi?
  - a. Saan mielestäni työni tulosta ja antamaani panosta vastaavaa palkkaa
  - b. Olen tyytyväinen nykyiseen palkkajärjestelmään
  - c. Olen tyytyväinen nykyiseen työaikajärjestelmään
  - d. Palkitsemisjärjestelmä on toimiva
4. Perustele tai tarkenna vastauksiasi vapaamuotoisesti. Voit myös kertoa mahdollisia parannusehdotuksia.
5. Arvioi motivaatiosi työntekoon asteikolla 1-10. 1 = en ole lainkaan motivoitunut 10 = olen erittäin motivoitunut
6. Mistä motivaatiotasosi johtuu? Ts. miksi olet/et ole motivoitunut?
7. Mitkä asiat motivoi(si)vat sinua eniten työskentelemään? Mitkä näistä asioista ovat kunnossa nykyisessä työssäsi?
  - a. Työn mielekäs sisältö
  - b. Työn vaativuus
  - c. Mahdollisuus kehittyä
  - d. Arvostus työstä
  - e. Yhteenkuuluvuuden tunne
  - f. Hyvä työilmapiiri
  - g. Kilpailu
  - h. Palaute työstä
  - i. Mahdollisuus vaikuttaa
  - j. Peruspalkka
  - k. Tulospalkka
  - l. Erikoispalkkiot
  - m. Työsuhteen pysyvyys
  - n. Työaikajärjestely
  - o. Työolot
8. Mitkä muut asiat motivoi(si)vat sinua? Voit myös kommentoida edellisen kohdan vastauksiasi.
9. Arvioi seuraavien väitteiden paikkansapitävyyttä.
  - a. Osaamiseni on riittävä työni suorittamiseen.
  - b. Sain riittävän perehdytyksen työhöni.
10. Tähän voit halutessasi kommentoida edellisiä kohtia.
11. Arvioi seuraavia asioita asteikolla 1-10. 1 = ei yhteistyötä 10 = loistava yhteishenki.

- a. Yhteistyö oman osaston/tiimin kesken
  - b. Yhteistyö muiden tuotannon osastojen kanssa
  - c. Yhteistyö toimihenkilöiden kanssa
12. Mitkä seuraavista asioista mielestäsi kuvaavat yleistä ilmapiiriä työpaikallasi?
- a. Varmuus tulevaisuudesta
  - b. Yhteiset tavoitteet
  - c. Työtehtävien ja vastuualueiden selkeys
  - d. Kunnossa olevat pelisäännöt ja toimintatavat
  - e. Oppiva ja kehittyvä työyhteisö
  - f. Henkilöstön aktiivisuutta ja kasvua korostava yhteisö
  - g. Henkilöstön kyvyt, taidot ja luovuus on huomioitu
  - h. Sujuva yhteistyö
  - i. Aikaa sosiaaliselle kanssakäymiselle
  - j. Toisten arvostus
  - k. Tasa-arvoisuus
  - l. Usko ongelmien ratkaisumahdollisuuksiin
  - m. Tieto ei kulje - paljon huhuja
  - n. Työyhteisö on klikkiytynyt
  - o. "Ei kuulu meille" -asenne on yleinen
  - p. Sisäiset pelisäännöt ovat epäselvät
  - q. Syyttelyä, avoimia riitoja, yleistä valitusta
  - r. Kielteisyys, toivottomuus
  - s. Ei yhteistyötä muiden osastojen kanssa
13. Tähän voit halutessasi kommentoida edellisiä kohtia
14. Arvioi seuraavien väitteiden paikkansa pitävyyttä
- a. Tieto välittyy hyvin osastoni sisällä
  - b. Tieto välittyy hyvin osastojen välillä
  - c. Tieto välittyy hyvin johdon ja henkilöstön välillä
  - d. Tiedotus on avointa
  - e. Tiedotus on selkeää
  - f. Tiedotusta on riittävästi
15. Mistä kaipaisit lisää tietoa? Tai muita kommentteja tiedonkulkuun liittyen
16. Arvioi, kuinka seuraavat väitteet pitävät paikkansa kohdallasi.
- a. Voin vaikuttaa työn sisältöni
  - b. Haluaisin vaikuttaa työn sisältöni
  - c. Voin vaikuttaa työaikoihini
  - d. Haluaisin vaikuttaa työaikoihini
  - e. Voin vaikuttaa työtäni koskeviin muutoksiin
  - f. Haluaisin vaikuttaa työtäni koskeviin muutoksiin
  - g. Voin vaikuttaa työpaikallani tehtäviin muutoksiin
  - h. Haluaisin vaikuttaa työpaikallani tehtäviin muutoksiin

17. Mihin asioihin haluaisit vaikuttaa enemmän? Tai muita huomioita vaikutusmahdollisuuksistasi.
18. Arvioi seuraavien väitteiden paikkansa pitävyyttä.
  - a. Olen tyytyväinen esimieheeni ja hänen johtamistaitoihinsa
  - b. Saan riittävästi tukea ylhäältä päin
  - c. Byrokratian taso ei ole liian korkea
19. Tähän voit kommentoida edellisiä kohtia.
20. Onko työhyvinvointiin panostettu mielestäsi riittävästi? Parannusehdotuksia?



**LIITE 4: HENKILÖSTÖKYSELYN VASTAUKSET**